



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIEROS EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

TEMA: ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL COMBUSTIBLE EN LA
OPERACIÓN DE TAXIS DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL DE IBARRA.

AUTOR: EDISON MARCO OCHOA BOLAÑOS
HAROLD ANDRES SALAZAR GUDIÑO

DIRECTOR: Msc FREDY ROSERO

IBARRA, FEBRERO 2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTOS			
CÉDULA DE IDENTIDAD	100364762-3		
APELLIDOS Y NOMBRES:	OCHOA BOLAÑOS EDISON MARCO		
DIRECCIÓN:	IBARRA, PILANQUÍ JUAN DE LA ROCA PSJ "C", MZN "19" N°2-77		
EMAIL:	emochoab@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	06 5000 321	TELÉFONO MÓVIL:	0985045216
CÉDULA DE IDENTIDAD	1003675236		
APELLIDOS Y NOMBRES:	SALAZAR GUDIÑO HAROLD ANDRES		
DIRECCIÓN:	HERNÁN GONZÁLES DE SAA Y AV. EUGENIO ESPEJO CASA 27-85		
EMAIL:	hasalazarg@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062 651 444	TELÉFONO MÓVIL:	0989704165

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL COMBUSTIBLE EN LA OPERACIÓN DE TAXIS DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL DE IBARRA.”
AUTORES:	OCHOA BOLAÑOS EDISON MARCO
	SALAZAR GUDIÑO HAROLD ANDRES
FECHA:	20 DE FEBRERO DE 2018
SOLO PARA TRABAJO DE GRADO	
PROGRAMA	PREGRADO [X] POSGRADO []
TITULO POR EL QUE OPTA	INGENIERIA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR/ DIRECTOR:	Msc FREDY ROSERO



CESIÓN DE DERECHOS DE LOS AUTORES DEL TRABAJO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Nosotros, Edison Marco Ochoa Bolaños y Harold Andrés Salazar Gudiño, con cédula de identidad Nro. 100364762-3 y 100367523-6 respectivamente, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIA

Los autores declaran que la obra objeto de la presente autorización es original y se desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros

Ibarra, a los 20 días del mes de febrero del 2018

LOS AUTORES

Firma:

Nombre: Ochoa Bolaños Edison Marco

Cedula de Identidad: 100364762-3

Firma:

Nombre: Salazar Gudiño Harold Andres

Cedula de Identidad: 100364762-3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de director de plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo, fue desarrollado por las Señores Edison Marco Ochoa Bolaños y Harold Andrés Salazar Gudiño bajo la supervisión del que certifica.


.....
Msc Fredy Rosero
DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTOS

Agradeciendo en primer lugar a Dios, ya que él siempre ha sabido guiarme en mis pasos a dar y me ha dado fuerzas para seguir adelante y no desmayar, culminando así una etapa más en mi vida.

A mi familia, que a pesar de todo siempre me han estado presentes con su apoyo incondicional.

A la Universidad Técnica del Norte, a sus docentes, quienes han sabido transmitir sus conocimientos, experiencias y sus valores durante estos años de estudios.

Marco

Agradezco a Dios infinitivamente porque me ha dado las fuerzas necesarias para poder salir hacia delante y poder culminar mis estudios.

A mi familia por la comprensión, amor, lealtad y ejemplo, han sido las bases para poder salir cada día.

Gratifico a mis ingenieros por brindarme sus conocimientos y ser una guía fundamental de enseñanza. Gracias a ellos hoy he alcanzado uno de mis objetivos.

A mis amigos que con su compañía y apoyo me han inspirado ánimos de superación en toda mi carrera universitaria.

Harold

DEDICATORIA

A mis padres por ser mi fuente de motivación e inspiración para superarme cada día y luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mi abuelita, gracias por sus consejos, su apoyo incondicional y sus palabras de aliento que me impulsaban a cumplir con mis ideales.

Marco

A mi familia porque son las personas que siempre han estado conmigo, me han brindado el aliento y el motivo de superación, para culminar esta etapa de mi vida.

A mi querido hermano, quien fue una de las personas que me motivó a superarme cada día a lo largo de mi vida.

A todos mis amigos y compañeros que me permitieron salir hacia delante.

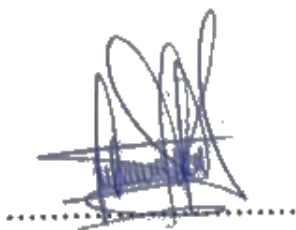
Harold

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DECLARACIÓN

Nosotros, Edison Marco Ochoa Bolaños y Harold Andrés Salazar Gudiño, declaramos que este trabajo es de autoría propia, ya que no ha sido presentado para ningún trabajo de grado, y certificamos la veracidad de las referencias bibliográficas que se incluyen en el presente trabajo.

Ibarra, a los 20 días del mes de febrero del 2018



Edison Marco Ochoa Bolaños
100364762-3



Harold Andrés Salazar Gudiño
100367523-6

ÍNDICE

Tabla de contenidos	PÁG.
IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	ii
SESIÓN DE DERECHOS DE LOS AUTORES DEL TRABAJO	iv
CERTIFICACIÓN	v
AGRADECIMIENTOS	vi
DEDICATORIA	vii
DECLARACIÓN	viii
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix
 CAPÍTULO I.....	 1
1. ANTECEDENTES O INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.3 Formulación del problema	2
1.4 Delimitación temporal y espacial	2
1.5 Objetivos	2
1.5.1 Objetivo general	2
1.5.2 Objetivos específicos	2
1.6 Justificación	2
1.7 Metodología de la investigación	3
1.7.1 Tipo de investigación	3
1.7.1.1 Investigación documental	3
1.7.1.2 Investigación de campo	3
1.7.2 Métodos	3
1.7.2.1 Investigación	3
1.7.2.2 Cuantificación	4
1.7.2.3 Optimización	4
1.7.2.4 Método analítico	4
1.7.3 Técnicas e instrumentos	4
1.7.3.1 Encuesta personal	4
1.7.3.2 Medición	4
1.7.3.3 Seguimientos	4
1.7.3.4 Análisis de los datos	4
 CAPÍTULO II.....	 5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 El automóvil como máquina de consumo	5
2.1.1 Servicio de taxis en la ciudad de Ibarra	5
2.1.2 El motor de combustión interna	7
2.1.2.1 Las partes móviles	8
2.1.2.2 Las partes fijas	9
2.1.3 Tren motriz del vehículo	9
2.1.3.1 Embrague	9
2.1.3.2 Caja de velocidades	9
2.1.3.3 Árbol de transmisión	10
2.1.3.4 Grupo cónico-diferencial	10
2.1.3.5 Palieres	10

2.1.4	Eficiencia energética del motor de combustión interna.....	10
2.1.5	La gasolina como fuente de energía	11
2.2	Curvas de un motor de combustión interna	12
2.2.1	Par motor.....	12
2.2.2	Potencia del motor	13
2.2.3	Curva del consumo del combustible	14
2.3	Patrones de conducción	14
2.3.1	Conducción eficiente	15
2.3.2	Consumo energético y contaminación ambiental	15
2.3.3	Puesta en marcha del motor	16
2.3.4	Selección de marcha en conducción	17
2.3.5	Estados de conducción en vehículos livianos	19
2.3.5.1	Ciclo de aceleración.....	19
2.3.5.2	Ciclo de desaceleración	19
2.3.5.3	Ciclo de ralentí.....	20
2.3.5.4	Ciclo de velocidad constante o cruceo	20
2.3.6	Conducción racional y anticipación.....	20
2.4	Mantenimiento del vehículo	21
2.4.1	Mantenimiento preventivo	21
2.4.2	Mantenimiento correctivo	21
2.4.3	Mantenimiento predictivo.....	21
2.4.3.1	Filtros de aceite	22
2.4.3.2	Filtros de aire	22
2.4.3.3	Filtros de combustible.....	23
2.4.3.4	Los neumáticos.....	23
2.4.3.5	Frenos.....	24
2.4.3.6	Lubricantes.....	25
2.4.3.7	Sistemas de inyección.....	25
2.5	Equipos de medición	24
2.5.1	Equipos GPS	24
2.5.1.1	Métodos de observación.....	25
2.5.1.2	Tipos de GPS.....	25
2.5.2	Equipos de medición de flujo	26
2.5.2.1	Magnético.....	26
2.5.2.2	Flujómetro de turbina	26
2.5.2.3	Flujómetro de presión diferencial.....	27
2.5.2.4	Flujómetro ultrasónico.....	27
2.6	Estado del arte	27

CAPÍTULO III..... 29

3.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	29
3.1	Caracterización del parque automotor de taxis de la ciudad.....	29
3.1.1	Cuantificación de marcas y modelos en las cooperativas de taxis	29
3.2	Obtención de datos técnicos de los modelos de los vehículos	31
3.2.1	Especificaciones técnicas de hyundai accent.....	32
3.2.2	Especificaciones técnicas de chevrolet aveo activo.....	32
3.2.3	Especificaciones técnicas de chevrolet chevy taxi	33
3.2.4	Especificaciones técnicas de nissan sentra b13	33
3.2.5	Especificaciones técnicas de kia rio xcite.....	34

3.2.6	Obtención de curvas de potencia y torque	34
3.3	Establecer variables, parámetros y consideraciones para el estudio.....	37
3.3.1	Variables y parámetros de la cinemática del vehículo.....	37
3.3.2	Variables y parámetros para el consumo instantáneo de combustible.....	37
3.3.3	Parámetros del consumo de combustible promedio	37
3.4	Definición equipos y dispositivos electrónicos	38
3.4.1	Selección de dispositivo electrónico para la cinemática.....	38
3.4.2	Selección de equipos y dispositivo para el consumo instantáneo.....	40
3.5	Procedimiento para el levantamiento de datos	42
3.5.1	Cálculo del número de seguimientos.....	42
3.5.2	Levantamiento de seguimientos.....	45
3.5.3	Obtención de consumo instantáneo	46
3.5.3.1	Estimación de consumo en etapa de crucero	46
3.5.3.2	Estimación de consumo en etapa de ralenti	47
3.5.3.3	Estimación de consumo en etapa de aceleración y desaceleración	47
3.5.4	Estimación del consumo promedio.....	48
3.6	Cálculo de variables y parámetros.....	49
3.6.1	Cálculo de variables cinemáticas del vehículo	49
3.6.1.1	Velocidad	49
3.6.1.2	Estado de crucero	51
3.6.1.3	Estado de ralenti.....	51
3.6.1.4	Estado de aceleración.....	52
3.6.1.5	Estado de desaceleración	52
3.6.2	Cálculo del consumo instantáneo	54
3.6.2.1	Consumo instantáneo en crucero	54
3.6.2.2	Consumo instantáneo en ralenti	55
3.6.2.3	Consumo instantáneo en aceleración y desaceleración.....	56
3.6.3	Consumo promedio.....	58
CAPÍTULO IV.....		59
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	59
4.1	Análisis de curvas de potencia y torque flotas de taxis de la ciudad.....	59
4.2	Análisis de la cinemática del vehículo	61
4.2.1	Estados de conducción de la flota de taxis	61
4.2.1.1	Estados de conducción general	61
4.2.1.2	Etapas de conducción por servicio.....	62
4.2.1.3	Estados de conducción por edades.....	62
4.2.1.4	Estado de conducción por franja horaria.....	63
4.2.2	Velocidad máxima de la flota de taxis.....	64
4.2.2.1	Velocidad máxima de la flota de taxis	65
4.2.2.2	Velocidad máxima por servicio	65
4.2.2.3	Velocidad máxima por edad	66
4.2.2.4	Velocidad máxima por franja horaria	67
4.2.3	Valores de aceleración máxima y promedio de la flota de taxis	67
4.2.3.1	Aceleración máxima y promedio por modelo del vehículo ..	68
4.2.3.2	Aceleración por tipo de servicio	69
4.2.3.3	Aceleración por edades	69
4.2.3.4	Aceleración máxima por franja horaria	70

4.2.3.5	Desaceleración máxima por franja horaria	71
4.3	Consumo instantáneo del vehículo	72
4.3.1	Consumo instantáneo por estados en función del modelo vehicular	72
4.4	Consumo promedio mediante encuestas	73
4.5	Consumo de combustible estimado en función a los estados	73
4.5.1	Consumo estimado con estados de conducción actual	74
4.5.2	Consumo estimado con estados de conducción eficiente	75
4.5.3	Estimación de ahorro de combustible en base a la muestra de vehículos	77
4.6	Comparación de conducciones actuales y eficientes estimadas	78
4.7	Error entre consumo real vs estimado	79
CAPITULO V		82
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
5.1	Conclusiones	82
5.2	Recomendaciones	84
5.3	Bibliografía	85

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA NÚM.	DESCRIPCIÓN	PÁG.
2.1	Transporte de taxis	6
2.2	Motor a gasolina 4 tiempos	7
2.3	Partes fijas y móviles del motor Otto	8
2.4	Transmisión del vehículo	10
2.5	Carburante	11
2.6	Curva par motor	12
2.7	Curva potencia del motor	13
2.8	Curva de consumo de combustible	14
2.9	Conducción eficiente	15
2.10	Contaminación ambiental	16
2.11	Encendido del vehículo	17
2.12	Revoluciones del motor	18
2.13	Estados de operación de un taxi	19
2.14	Equipo GPS	25
2.15	Flujómetro de turbina	26
3.1	Metodología para estimar el consumo de los taxis de la ciudad	29
3.2	Pruebas en dinamómetro	35
3.3	Resultados de prueba en dinamómetro	36
3.4	GPS Recorder GL-770	39
3.5	Flujómetro ultrasónico de la FIA	40
3.6	Presentación del programa gps speed	42
3.7	Entrega del GPS recorder a conductor del taxi	45
3.8	Recorrido de un taxi en cinco horas mostrado desde google earth	46
3.9	Estimación de consumo instantáneo en hyundai accent	47
3.10	Datos referenciales para los consumos	48
3.11	Datos de encuesta	49
3.12	Condición de los estados de conducción	51
3.13	Fórmula de excel para el ciclo de ralentí	51
3.14	Fórmula de excel para el ciclo de cruce	51
3.15	Fórmula de excel para el ciclo de aceleración	52
3.16	Fórmula de excel para el ciclo de desaceleración	52
3.17	Visualización de información recibida del GPS Recorder GL-770	54
4.1	Torque de los vehículos más usados como taxis	59
4.2	Potencia de los vehículos más usados como taxis	60
4.3	Etapas de la conducción vs el servicio que prestan	62
4.4	Estados de conducción vs la edad del conductor	63
4.5	Etapa de conducción vs franja horaria	64
4.6	Velocidad máxima vs modelo del vehículo	65
4.7	Velocidad máxima por edades	66
4.8	Velocidad máxima por franja horaria	67
4.9	Aceleración máxima por franja horaria	70
4.10	Desaceleración máxima por franja horaria	71
4.11	Rendimiento real vs instantáneos	80
4.12	Eficiencia real vs. eficiencia estimada	81

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA NÚM.	DESCRIPCIÓN	PÁG.
2.1	Total de flotas de taxis de la ciudad	7
2.2	Selección de marchas	17
2.3	Mantenimiento del vehículo	22
3.1	Porcentaje de modelos de vehículos	30
3.2	Muestra de unidades a seguir	31
3.3	Especificaciones hyundai accent	32
3.4	Especificaciones chevrolet aveo activo	33
3.5	Especificaciones chevrolet chevy taxi	33
3.6	Especificaciones nissan sentra b 13	34
3.7	Especificaciones kia rio xcite	34
3.8	Ventana de estadística	38
3.9	Datos del cálculo de la muestra	42
3.10	Muestra de taxis convencionales	44
3.11	Datos ilustrados de GPS speed	50
3.12	Porcentajes de estados de conducción	52
3.13	Datos de consumo instantáneo en cruce	54
3.14	Datos de consumo instantáneo en ralentí	55
3.15	Base de datos	57
4.1	Estados de conducción de la flota de taxis	61
4.2	Velocidad máxima por tipo de servicio	66
4.3	Aceleración por modelo de vehículo	68
4.4	Aceleración por tipo de servicio	69
4.5	Aceleración y desaceleración por edad del conductor	69
4.6	Consumos instantáneos de las pruebas piloto	72
4.7	Consumo promedio mediante encuestas	73
4.8	Estados de conducción	74
4.9	Consumo estimados de los modelos seleccionados	74
4.10	Estados estimados de conducción eficiente	76
4.11	Estimación de consumo eficiente por modelo de vehículo	76
4.12	Consumo estimados por hora de la muestra	77
4.13	Conducción actual vs eficiente	78
4.14	Consumo actual total de la flota	78
4.15	Consumo eficiente total de la flota	79
4.16	Ahorro económico con conducción eficiente	79

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN NÚM.	DESCRIPCIÓN	PÁG.
2.1	Par motor	12
2.2	Potencia	13
3.1	Tamaño de la muestra	42
3.2	Aceleración	50
3.3	Flujo volumétrico de cruce	54
3.4	Caudal másico de cruce ml/s	55
3.5	Flujo volumétrico de ralentí ml/s	55
3.6	Caudal másico de ralentí ml/s	56
3.7	Consumo de combustible	56
3.8	Relación de consumo entre aceleración y desaceleración	57
3.9	Caudal másico de aceleración	57
3.10	Consumo promedio diario	58

INDICE DE ANEXOS

ANEXO NÚM.	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1	Manual de conducción eficiente	88
2	Base de datos de los seguimientos de los taxis	98

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Emanar. – Desprender de los cuerpos las sustancias volátiles.

Fuerza Motriz. – Esfuerzo físico para realizar un movimiento

Aireación. – Acción de poner algún elemento al aire.

Preámbulo. – Breve explicación acerca de lo que se va a tratar.

Confort. – Una condición que proporciona bienestar o una comodidad material.

Déficit. – Escases de algo material que es necesario.

Hora punta. – Hora de tráfico pico o congestión vehicular.

Hora valle. – Hora de tráfico normal, descongestionado.

ECM. – Módulo de control electrónico.

EGR. – Válvula de recirculación de gases de escape.

Canister. – Recipiente de vapores de gasolina a base de cerámica o barro.

EVAP. – Sistema de control de evaporación de gases.

DOHC.- Doble árbol de levas.

SOHC.- Simple árbol de levas.

RESUMEN

En este proyecto se presenta un “estudio para la optimización de combustible en la operación de los taxis de la ciudad de Ibarra”. El proyecto se encuentra dividido en cuatro capítulos, los mismos que permiten obtener finalmente un diagnóstico a este problema. El primer capítulo contiene la problemática que establece que los taxis presentan consumos de combustible innecesarios, producen pérdidas económicas tanto para el estado como para el propietario del vehículo, provoca una contaminación creciente al medio ambiente y al aire de la ciudad; se tiene como objetivo buscar la manera de optimizar los recursos existentes en la actualidad, generar un mejor rendimiento de los mismos y reducir los agentes contaminantes que producen el calentamiento global. En el segundo capítulo se encuentra el marco teórico con la información básica extraída de libros, artículos científicos, revistas, manuales de conducción, páginas web, con respecto a consumos de combustibles, manuales de conducción eficiente, estados de conducción, curvas de potencia y torque, fichas técnicas, mantenimientos preventivos, predictivos y correctivos que se deben realizar al vehículo para su correcto funcionamiento, las cuales ayudan a generar una mayor comprensión del lector y lograr el desarrollo del presente estudio. El tercer capítulo habla acerca del desarrollo de la propuesta, se tiene paso a paso la caracterización del parque automotor, la obtención de los datos técnicos de cada vehículo a estudiar, luego se procede a definir la metodología y las variables que se deberán tener para realizar los cálculos respectivos, la selección de los dispositivos a utilizar para la toma de datos, el levantamiento de datos de consumos de combustibles instantáneos y cinemáticos estimados; como resultado se podrá ejecutar los cálculos de las variables requeridas. En el cuarto capítulo se encuentra los análisis de consumo de combustible obtenidos por marcas y edades, por consiguiente, se podrá realizar cuadros comparativos según se desee.

ABSTRACT

In this project a "study for the fuel optimization in the taxis' optimization in Ibarra city". The project is divided into four chapters, which allow us to obtain a final diagnosis for this problem. The first chapter contains the problematic which establishes that taxis present unnecessary fuel consumption, produce economic losses for the Government and the vehicle owner, it causes a growing pollution to the environment and the air of the city; The objective is to find a way to optimize existing resources, generate better performance and reduce the pollutants that produce global warming. In the second chapter is the theoretical framework with the basic information extracted from books, scientific articles, magazines, driving manuals, web pages, related to fuel consumption, efficient driving manuals, driving states, power curves and torque, technical sheets, preventive, predictive and corrective maintenance that drivers must be done to the vehicle for its correct operation, which help to generate a greater understanding of the reader and achieve the development of the present study. The third chapter talks about the development of the proposal, it has step by step the characterization of the automotive fleet, the obtaining of the technical data of each vehicle to study. Then, we define the methodology and the variables that must be had to perform the respective calculations, the selection of the devices to be used for the data collection, the data collection of estimated instantaneous and kinetic fuel consumptions; as a result, the calculations of the required variables can be executed. In the fourth chapter is the analysis of fuel consumption obtained by brands and ages, therefore, we can make comparative tables as desired.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes

La ciudad de Ibarra se encuentra ubicada en la región sierra norte de Ecuador, centro de desarrollo educativo, económico y científico de la zona norte del país, muy reconocida por sus lugares turísticos, lo cual presenta un crecimiento constante vehicular y por consiguiente un incremento de unidades de taxis, en beneficio de mejorar la calidad transporte de las personas que residen y visitan la ciudad.

Actualmente el valor de la gasolina en el Ecuador varía según la calidad, estas pueden ser de: \$1.48 en extra y \$2.00 en súper, el mismo que es subsidiado por el gobierno. El valor de la gasolina que recibe nuestro país es de \$2.83 por galón, lo que significa que el estado pierde \$1.35 por galón de tipo extra.

El estado invierte alrededor del 50% del valor del combustible que consume diariamente un vehículo. Si se le añade los beneficios con los que cuentan todas cooperativas de taxis de la ciudad, se llega a tener una gran pérdida económica para el país. Sin embargo, la industria automotriz ha tenido una amplia mejora en la eficiencia del consumo de combustibles, pero los conductores profesionales no llevan a cabo una manipulación correcta de su vehículo al momento de conducirlos, con revoluciones altas en el motor, al realizar cambios de marchas bruscas y conducciones no anticipadas.

1.2 Planteamiento del problema

La ciudad de Ibarra cuenta con un total de 59 cooperativas de taxis, entre convencionales y ejecutivos, los mismos que prestan sus servicios a la ciudadanía ibarreña, con una gran variación de modelos de vehículos.

El presente trabajo de grado se origina en base a la mala conducción que realizan los taxistas, para ello se pretende diseñar e implementar un manual de conducción eficiente que permita mejorar la optimización de recursos (combustible) en los taxis de la ciudad, los mismos que brinda el servicio activo.

Se busca concientizar a los conductores de los taxis sobre el consumo innecesario de combustible durante el desarrollo de su actividad laboral; por consiguiente, evitar que el gobierno tenga pérdidas de dinero en el subsidio del combustible que se usa en nuestro país y contribuir en la disminución de agentes contaminantes en el medio ambiente. La cual

aporta al Plan Nacional para el Buen Vivir, en el que se busca la gestión ambiental de la calidad del aire para las ciudades del Ecuador.

1.3 Formulación del problema

¿Cómo estudiar el consumo del combustible para la optimización de este en la operación de taxis en la ciudad “San Miguel de Ibarra”?

1.4 Delimitación temporal y espacial

El estudio propuesto se ejecuta durante la operación de los taxis, con la aplicación de varias pruebas de manejo que toma en cuenta como factor principal la forma de conducción de los taxistas de la ciudad.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Realizar un estudio para optimizar el uso de combustible en la operación del sistema de taxis de la ciudad de “San Miguel de Ibarra”.

1.5.2 Objetivos específicos

- Desarrollar un dispositivo electrónico para obtener datos de: caudal de combustible, revoluciones del motor, velocidad del vehículo y su respectiva marcha en el funcionamiento de los taxis.
- Obtener las curvas de torque y potencia de los vehículos comúnmente usados para el servicio de taxis de la ciudad de Ibarra.
- Desarrollar un manual de conducción eficiente para la optimización del combustible en los vehículos, en acuerdo con el Plan Nacional de Calidad de Aire propuesto en el Plan Nacional de Desarrollo del Buen Vivir
- Analizar los resultados obtenidos acerca del consumo de combustible e identificar los factores que producen dicho comportamiento.

1.6 Justificación

Con este estudio se busca mejorar la calidad de aire en la ciudad de Ibarra, acogiendo al Plan Nacional de Calidad del Aire propuesto en el objetivo número siete del Plan Nacional para el Buen Vivir, ya que la ciudad de Ibarra cuenta con una gran cantidad de taxis, los

mismos que no realizan una conducción apropiada. Para lo cual, se realiza el presente estudio acerca del consumo de combustible mediante el uso de un dispositivo electrónico (gps recorder), el cual brinda los datos necesarios para la verificación del consumo de combustible según la forma de conducción. Los principales beneficiarios de este estudio son las personas de la ciudad de Ibarra; al ofrecer un manual de conducción eficiente, que les permita mejorar su forma de conducción, optimizar el combustible, mejorar la calidad del aire y reducir el gasto público en subsidios otorgados en combustible a los ciudadanos ecuatorianos.

1.7 Metodología de la investigación

Para el desarrollo de la metodología se procede a identificar el tipo de investigación que se va a utilizar para el presente estudio, las cuales se detallan a continuación.

1.7.1 Tipo de investigación

Para el desarrollo del siguiente estudio ha sido necesario realizar una investigación documental y tecnológica.

1.7.1.1 Investigación documental

La investigación documental se basa en la recopilación de información en: tesis, artículos científicos, libros, trabajos de pregrado, las cuales generan un fundamento teórico sobre el consumo del combustible en los vehículos de combustión; además se añade información sobre los estados de conducción y el correcto uso del GPS Recorder 770.

1.7.1.2 Investigación de campo

Este estudio abarca la investigación de campo, debido a que se involucra directamente con la conducción de los señores taxistas, es decir, acompañar al señor taxista durante su trayectoria y evaluarlo personalmente.

1.7.2 Métodos

Para la ejecución del estudio, se tiene algunos métodos tales como:

1.7.2.1 Investigación

Investigar cuantos vehículos se usan como taxis en la ciudad de Ibarra en su totalidad.

1.7.2.2 Cuantificación

Clasificar a cada uno de los taxis de acuerdo a su marca, de modo que se pueda saber la marca más usada para este servicio de taxis en la ciudad de Ibarra.

1.7.2.3 Optimización

Con el estudio a realizar se pretende dar una mayor optimización al consumo de combustible que generan los taxis.

1.7.2.4 Método analítico

Se obtiene información a través de libros, tesis, textos, libros, etc.

1.7.3 Técnicas e instrumentos

Las técnicas por utilizar en este estudio son:

1.7.3.1 Encuesta personal

Hoja de control diaria para el señor conductor del taxi, la cual es entregada al iniciar y devuelta al terminar la semana.

1.7.3.2 Medición

Obtención de datos a través de probetas y jeringas graduadas.

1.7.3.3 Seguimientos

Toma de valores a partir de un GPS Recorder.

1.7.3.4 Análisis de los datos

Análisis de los datos obtenidos a partir de las diferentes encuestas, GPS y hojas de control de los diferentes tipos de conducción que ejercen los choferes profesionales.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 El automóvil como máquina de consumo

El ser humano se debe transportar de un lado a otro en el tiempo más corto para él, el intento de sustituir a los caballos por una fuerza motriz hace que se cree el primer automóvil de propulsión interna a gasolina, el cual fue de gran ayuda para las personas al facilitar la movilidad. En los primeros vehículos se usa un sistema de alimentación mecánico llamado carburador, debido a que ocasiona mucha contaminación ambiental se ha buscado un sistema más eficiente y limpio para el medio ambiente, es cuando en los años sesenta se empieza a implementar el sistema de inyección electrónica de combustible en todos los vehículos.

Dentro de estos sistemas hay dos tipos de inyección electrónica principales que es el monopunto donde existe un solo cuerpo de inyección dentro del cual hay uno o más inyectores que disponen de combustible a los cilindros del motor, este mecanismo es primitivo ya que es parecido al sistema del carburador. El otro tipo de inyección es el multipunto, el cual implementa un inyector en cada cilindro justo antes del puerto de admisión, este mecanismo es más eficiente y preciso ya que el combustible se ingresa directamente a la cámara de combustión (Repuestos, 2011). Con el avanzar de los tiempos el taxi se llega a convertir en un medio de transporte muy usado por muchas personas para llegar a su destino de una manera segura, rápida y eficaz.

2.1.1 Servicio de taxis en la ciudad de Ibarra

La ciudad de Ibarra se encuentra en constante desarrollo y crecimiento continuo, debido a este crecimiento aumenta la población y con ello también aumenta la demanda del transporte, al querer satisfacer la movilidad las personas según los destinos deseados a diario. El servicio del taxi es de mucha utilidad en un caso de emergencia o en una circunstancia de apuro, ya que a diferencia de un bus que tiene una ruta ya fijada en su camino, un taxi puede tomar la ruta más rápida y el camino menos congestionado para llevar al pasajero desde su punto de salida hasta su destino de una manera más eficaz, lo cual convierte al taxi en una solución para muchos ciudadanos.

El servicio de taxis que ofrece la ciudad es continuo, la cual tiene una tarifa según la hora: de lunes a viernes desde las 06:00 hasta las 18:30 tiene un costo mínimo de \$1.25 a partir de 2.5km de recorrido la tarifa empieza a elevarse, los días sábados y domingos la tarifa mínima cambia a \$1.50 a partir de 2.5km empieza a subir el costo de la movilidad, entre semana en

horarios de 18:31 hasta 05:59 se tiene una tarifa de \$1.50; lo que permite estudiar varios aspectos para realizar un mejor uso del mismo y realizarlo más eficiente, estos pueden ser: mantenimientos realizados en los vehículos, tipo de conducción ejercida por parte del conductor, estado del vehículo, etc.

Los taxis presentan una gran variedad de autos y modelos, tal y como se puede apreciar en la Figura 2.1, los mismos que son sometidos a una revisión anual por la Agencia Nacional de Tránsito “ANT”, los cuales rigen un elevado estado de calidad en los vehículos que prestan el servicio, tales como la revisión de: llantas, limpieza de interior y exterior, fugas de fluidos dentro del motor, elementos que emanen contaminación directa de gases de escape o contaminación sonora, entre otras.



Figura 2.1 Transporte de taxis

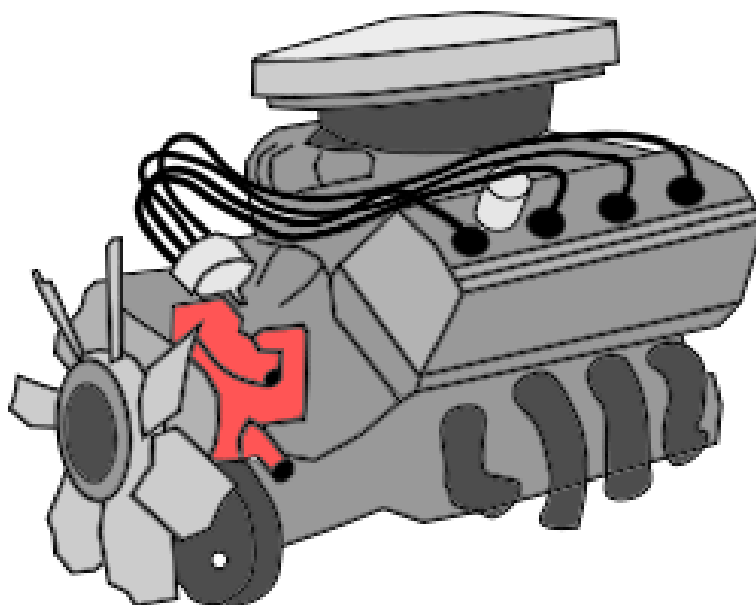
En la Tabla 2.1 se observa que la ciudad de Ibarra cuenta con 59 cooperativas distribuidas en dos tipos de servicio de taxis: convencionales y ejecutivos, con un total de 1245 automóviles que brindan el servicio activo a la sociedad. De acuerdo con la (Comisión Nacional de Tránsito Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, 2010), cada taxi convencional tiene una vida útil de 15 años y cada taxi ejecutivo tiene una vida útil de 10 años, desde el año de fabricación del vehículo.

Tabla 2.1 Total de flotas de taxis de la ciudad

Servicio	Número cooperativas	Total taxis
Convencionales	46	863
Ejecutivos	13	382
TOTAL	59	1 245

2.1.2 El motor de combustión interna

El motor es un conjunto de piezas que se encuentran acopladas como se observa en la Figura 2.2, las mismas que provoca una energía o fuerza que produce un movimiento, el motor de combustión interna de un auto puede ser gasolina o diésel, el cual produce la energía química generada por el carburante y la transforma en energía mecánica, es alimentado por el carburante que es enviado desde el depósito hacia la cámara de combustión por una bomba a través de cañerías de alta y baja presión, por lo general este tipo de motores son cuatro tiempos, es decir cuentan en su funcionamiento con el tiempo de admisión, tiempo de compresión, tiempo de combustión y tiempo de escape. En los vehículos modernos este caudal es controlado electrónicamente por la posición del acelerador, y otros aspectos importantes como las revoluciones del motor, la velocidad, la temperatura, etc.

**Figura 2.2** Motor a gasolina 4 tiempos

Fuente: (combustión, 2013,pag.12)

El motor de combustión interna se divide en dos partes principales que son las partes móviles y las partes fijas, como se puede observar que en la Figura 2.3, mismas que se detallan a continuación.

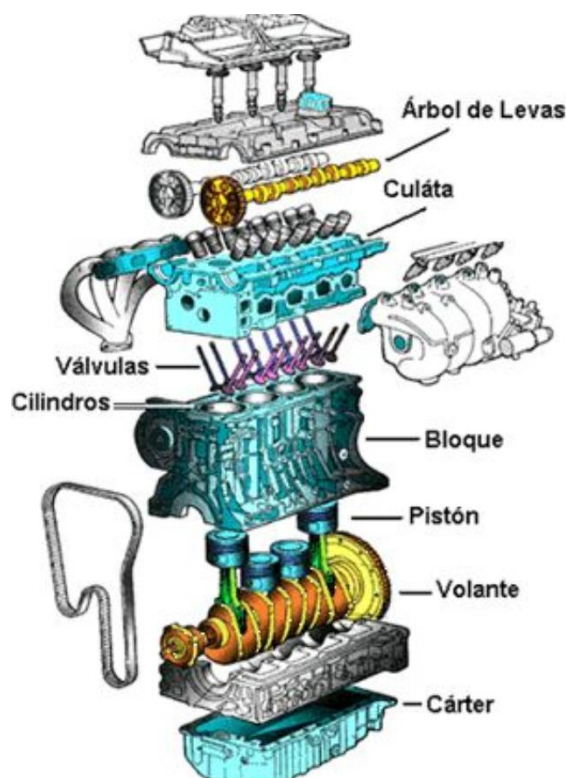


Figura 2.3 Partes fijas y móviles del motor Otto

Fuente: (combustión, 2013,pag.13)

2.1.2.1 Las partes móviles

Las partes móviles son aquellas partes que poseen movimiento dentro del motor y que ayudan a la conversión de la energía química del motor, en energía cinética y por consiguiente producir movimiento al vehículo. Entre estas partes principales se tiene:

El pistón se encarga de comprimir la mezcla aire combustible, es aquel que sella la cámara de combustión por la parte inferior y que además es el encargado de recibir toda la expansión producida por los gases quemados, deben ser de materiales sumamente resistentes al calor, ya que reciben todo el poder calorífico producido dentro del motor; la biela se encarga de unir el pistón con el cigüeñal y es el encargado de recoger o recibir la fuerza que percibe el pistón y así transmitir esta fuerza al cigüeñal, para lograr que el movimiento lineal del pistón se transforme en movimiento circular; el cigüeñal es aquella que trabaja conjuntamente con la biela al transformar el movimiento lineal del pistón, en un movimiento rotatorio como el de las ruedas y para que finalmente, este movimiento sea transmitido al sistema de transmisión para que el vehículo se traslade de un lado a otro; el volante del motor es el encargado de absorber todas las vibraciones que produce la combustión del motor y a la vez es el que se encarga de dar las primeras vueltas al cigüeñal para dar arranque al vehículo y así poder encenderlo.

2.1.2.2 Las partes fijas

Estas partes fijas son aquellas partes que no tienen movimiento alguno, pero dentro de algunas de estas partes se encuentran las partes móviles ya antes mencionadas. Las partes fijas principales son:

Culata o cabezote viene a ser como una tapa que cierra la cámara de combustión para que no se fugue la fuerza y el poder calorífico que se produce dentro del motor y, también sirve de almacenamiento para las válvulas y las bujías del motor. Además, es donde se encuentran los ductos de aire y los de lubricación del motor; bloque de cilindros es la parte fija más grande, más sólida y pesada del motor, en cada uno de sus agujeros es donde se resguarda un pistón vinculado a la biela, con el fin de formar las cámaras de combustión; en el interior del bloque es donde se produce los cuatro tiempos del motor a gasolina, el poder calorífico de la mezcla aire-combustible; Cárter es la parte que sella la parte inferior del motor y en donde se almacena la mayor parte del aceite, el cual con el trabajo del motor sube a todas las partes móviles y fijas del motor gracias a la presión producida internamente, esto evita la fricción entre las piezas del motor, lubrica las mismas y alarga la vida útil del mismo.

2.1.3 Tren motriz del vehículo

La energía que el motor produce es transmitida hacia las ruedas por medio de una serie de componentes, para que el vehículo sea propulsado y logre su movimiento deseado, los diferentes componentes de este sistema son:

2.1.3.1 Embrague

Se encuentra ubicado entre la caja de cambios y el volante de inercia, es el encargado de acoplar y desacoplar el giro que produce el motor de combustión interna hacia la caja de cambios sin que cause tirones y que esto suceda de una forma progresiva, por ende permite transmitir el giro hacia la caja de cambios, por consiguiente se produce el movimiento hacia las ruedas del vehículo.

2.1.3.2 Caja de velocidades

Esta es la encargada de la relación entre el cigüeñal y las ruedas del vehículo ya que aumenta o disminuye las revoluciones a las que gira cada uno de ellos y así aprovechar la energía del motor. Pueden ser automáticas o manuales.

2.1.3.3 Árbol de transmisión

Es una pieza que transmite el movimiento de la caja de cambios hacia el piñón del grupo cónico-diferencial.

2.1.3.4 Grupo cónico-diferencial

La caja de cambios transmite el movimiento por medio del árbol de transmisión hacia el grupo cónico-diferencial donde se convierte en movimiento transversal y es dirigido a los palieres; su función principal es mantener constante el aumento de velocidad que toman las ruedas al entrar a una curva, para que así gire las exteriores más que las interiores y evitar que patinen.

2.1.3.5 Palieres

En la figura 2.4 se tiene la transmisión de un vehículo, mismo que recibe el movimiento del grupo cónico-diferencial en ángulo recto para luego ejercer directamente sobre las ruedas del vehículo.

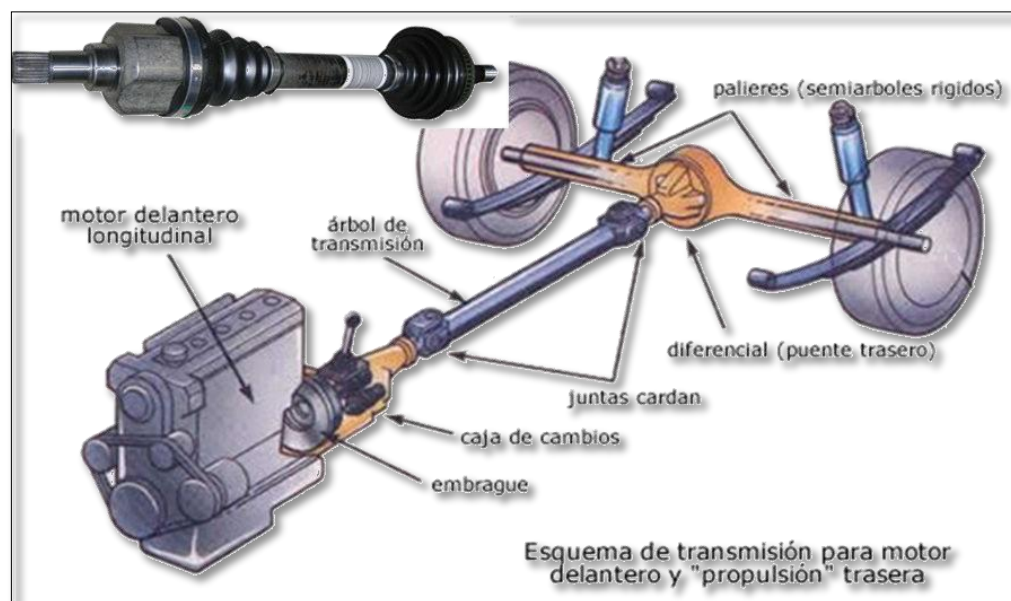


Figura 2.4 Transmisión del vehículo

Fuente: (combustión, 2013,pag 14)

2.1.4 Eficiencia energética del motor de combustión interna

El carburante, en este caso la gasolina, es capaz de liberar energía térmica por medio de la combustión que se lleva a cabo dentro de los cilindros del motor. Esta energía producida en

los cilindros se transmite hasta las ruedas por medio de la transmisión, así se logra convertir la energía química de la gasolina en trabajo mecánico y generar movimiento para transportar el vehículo de un lugar a otro.

En el caso de los vehículos que usan gasolina, se aprovecha hasta un máximo del 38% del carburante para convertirlo en trabajo mecánico, en el caso de los taxis y dado el lugar en donde circulan, este porcentaje es muy bajo ya que dentro de la ciudad se realiza varios arranques y paradas, lo que ocasiona que no se queme por completo el combustible y así provoca una deficiencia de la gasolina lo que ocasiona un consumo innecesario.

2.1.5 La gasolina como fuente de energía

El carburante, en este caso la gasolina, se introduce al tanque de combustible a través de una pistola como se indica en la Figura 2.5, de ahí es transportado hacia el motor, en donde realiza la reacción química de combustión, teóricamente esta combustión es completa en los motores modernos, de la cual se genera CO_2 y vapores de agua que salen por el tubo de escape.

También existen otras partículas contaminantes que son emanadas a través del tubo de escape, las cuales se evitan que salgan al medio ambiente por medio de un catalizador, sin embargo, no son eliminados del todo, el cual provoca una contaminación del medio ambiente.



Figura 2.5 Carburante

Fuente: (Profesionales, 2012, pag 22)

2.2 Curvas de un motor de combustión interna

Se denominan curvas del motor de combustión interna aquel que expresa gráficamente las características de potencia, par motor y consumo específico, que buscan la velocidad del cigüeñal en cada uno de los regímenes del motor. Para obtener estos valores se coloca al vehículo en un banco de pruebas y se le hace funcionar al vehículo en condiciones máximas de inyección. Con esta prueba se puede obtener los valores de par motor y potencia máxima que alcanza a generar el motor, ya que estos indicadores del motor proporcionan información de la fuerza que puede producir y la velocidad máxima a la que puede llegar el motor y así a su vez ver el consumo de dicho motor.

2.2.1 Par motor

El par motor es un valor que se caracteriza al ser por la fuerza de torsión que ejerce un motor de combustión interna a cada momento de su funcionamiento, este viene definido por la fuerza de los gases presentes en la cámara de combustión en dirección a la biela, multiplicado por la distancia entre el eje de la biela y el cigüeñal. Este par es muy variable debido a que los gases varían continuamente dentro del cilindro, también vienen a ser nulas debido a que la distancia entre la biela y el cigüeñal viene a ser prácticamente cero en algunos puntos, como en el punto muerto superior y otro en el punto muerto inferior.

El par motor se puede expresar de la siguiente manera:

$$M = F * r \quad [\text{Ec. 2.1}]$$

Donde:

M: par motor [Nm]

F: fuerza [Nm]

r: radio de giro [rad/seg]

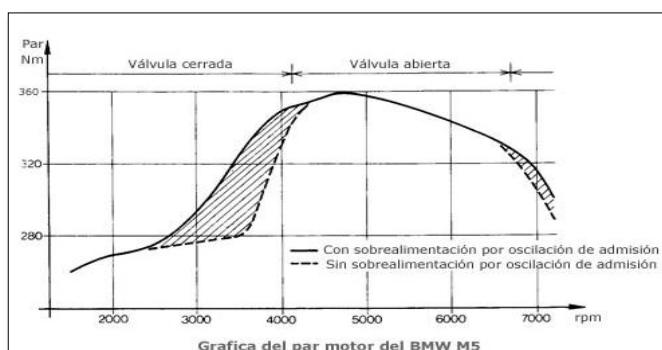


Figura 2.6 Curva par motor

Fuente: (Aficionados a la Mecánica, 2013,pag 23)

El par motor se produce solamente en la fase de explosión y las tres fases restantes se las denominan fases pasivas; y para que el motor pueda girar, el par producido en la combustión debe ser mucho mayor al par que va a absorber las tres fases restantes pasivas. En la Figura 2.6 se puede observar la curva del par motor expresado Nm en base a las rpm de un motor BMW M5.

2.2.2 Potencia del motor

La potencia del motor es un trabajo desarrollado que se produce en un determinado tiempo, la cual en un motor se genera en el desplazamiento de la carga; esta se puede expresar en caballos de vapor, vatios (W) o kilovatios (kW). Cuando es mayor la velocidad para generar el trabajo la potencia conseguida es mayor, el cual es directamente proporcional al par motor, para lo consiguiente se tiene la siguiente fórmula para encontrar la potencia del motor que viene dada por los siguientes datos:

$$P = M * n \quad [\text{Ec. 2.2}]$$

Donde:

P: potencia [hp]

M: par [Nm]

n: rpm

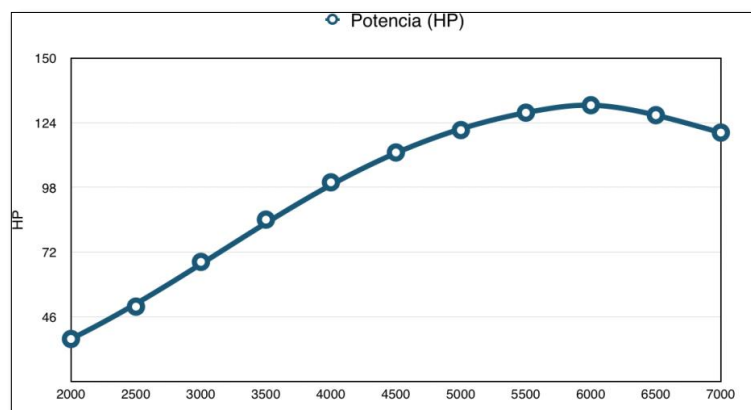


Figura 2.7 Curva potencia del motor
Fuente: (Aficionados a la Mecánica, 2013,pag 24)

En la figura 2.7 se puede observar la curva de potencia de un vehículo, estos están dados en caballos de fuerza (HP) vs las rpm del motor, las mismas que indican hasta qué punto la

potencia empieza a disminuir, es decir, la potencia es aprovechada al máximo, al sobrepasar estos límites el motor comienza a tener un sobre esfuerzo innecesario.

2.2.3 Curva del consumo del combustible

El combustible es el elemento principal para que el motor funcione correctamente, mediante la curva del consumo del combustible se aprecia la eficiencia que tiene un motor para transformar el carburante en energía mecánica necesaria para poder mover el vehículo. Este valor puede ser medido en litros por kilómetros, este varía según la aceleración del motor, en la figura 2.8 se aprecia la curva de consumo en l/100km vs la velocidad.



Figura 2.8 Curva de consumo de combustible

Fuente: (combustión, 2013, pag 25)

En la figura 2.8 se observa la curva de consumo de combustible, misma que viene expresada por rendimiento del vehículo en litros /100km vs la velocidad del vehículo, esta puede variar en base a diferentes factores, como el modelo del vehículo, la cilindrada del vehículo, el mantenimiento que se realiza al motor, etc.

2.3 Patrones de conducción

Para los conductores de los taxis que son las personas que pasan el mayor tiempo de su día detrás del volante, son quienes deben conocer muy bien su vehículo, las calles de la ciudad por donde circulan, sobre todo deben saber cómo conducir para obtener un mejor funcionamiento del motor de su vehículo y una mejor optimización de combustible.

2.3.1 Conducción eficiente

Para poder realizar lo mencionado anteriormente, existe el método de “Conducción Eficiente”, que es una nueva manera de conducir el automóvil para poder llegar a obtener los siguientes puntos: una optimización del combustible, se consigue contaminar el medio ambiente en un porcentaje mínimo, se reducirían los accidentes en la carretera, el confort para el conductor y para los pasajeros sería el mejor.

Esta nueva manera de conducción, “Conducción Eficiente”, está basada en una serie de sencillas reglas que son muy eficaces, para conseguir aprovechar todos los avances que la tecnología de hoy en día se ofrece en la mayoría de los vehículos.



Figura 2.9 Conducción eficiente

Fuente: (Eficiente, 2016, pag 33)

Para la interpretación de la Figura 2.9 se dice que cuando mayor es el consumo de combustible mayor es el gasto de dinero. Durante los últimos 20 años el consumo del carburante se ha reducido progresivamente, esto ha sucedido gracias a las nuevas tecnologías que se han desarrollado con el pasar de los años, sin embargo, esto no es suficiente; en gran parte se necesita que la actitud del conductor cambie, al igual que su estilo y manera de conducir, dentro y fuera de la zona urbana; estos factores son muy necesarios para que el consumo de carburante se reduzca.

2.3.2 Consumo energético y contaminación ambiental

La energía se la puede encontrar en varias formas, sin embargo, en cualquier manera que se presente es necesaria para la humanidad, para los avances que mejoran la vida de los seres vivos; con el pasar del tiempo se ha descubierto que esta energía no puede llegar a ser infinita, es decir, que tarde o temprano ya no va a estar presente.

En el mundo, el sector del automovilismo es quien usa el carburante de origen fósil, el cual produce una cantidad considerable de CO_2 que va dirigida directamente hacia la atmósfera, de modo que produce el “efecto invernadero”, lo que ocasiona que la temperatura de la Tierra se aumente, por este motivo perjudica a la humanidad y a las estaciones climáticas por lo tanto también incrementa el nivel del mar, debido a que los polos se diluyen.



Figura 2.10 Contaminación ambiental

Fuente: (La Patria, 2011, pag 22)

Se observa en la Figura 2.10 que las industrias y los vehículos que operan con combustibles fósiles con el pasar de los años contaminan cada día más el medio ambiente, para evitar la contaminación que se produce se ha buscado nuevas maneras y métodos para sustituir el carburante con recursos renovables como es el bio-combustible y otras energías que puedan sustituir al petróleo como los vehículos eléctricos. Sin embargo, no es posible sustituir al petróleo en toda su capacidad, es aquí donde surge la necesidad de apoyar al planeta con la implementación de: métodos, programas; que ayuden a la reducción del consumo del combustible que proviene del petróleo.

2.3.3 Puesta en marcha del motor

En la Figura 2.11 se tiene que para realizar un arranque conveniente tanto para el conductor, el vehículo y el consumo del mismo, se es necesario que el arranque se realice sin presionar el pedal del acelerador, ya que al momento en el que gira la llave en contacto, el motor se regula automáticamente para un óptimo arranque, en los vehículos modernos esta regulación

se realiza de una manera automática. En el momento en que se acelera el vehículo al arrancar, lo único que consigue es disminuir el rendimiento que debe de tener el arranque.



Figura 2.11 Encendido del vehículo

Fuente: (BOSCH, 2016,pag 21)

2.3.4 Selección de marcha en conducción

Dentro de la operación de un vehículo, existen procesos en los cuales se debe acelerar, estos vienen dados con una selección de marcha, pueden ser cambios de marcha de manera rápida o larga, en la Tabla 2.2 se tiene un régimen de velocidad en base a los km/h; están dadas según los rpm del motor, las más eficientes se encuentran entre 2000 rpm y 2500 rpm.

En la mayoría de los manuales del automotor vienen dados las especificaciones para que haya una conducción más eficiente, en las cuales establecen que se debe realizar los cambios de marcha de la siguiente manera:

Tabla 2.2 Selección de marchas

Número de marcha	Cambio de marcha
2ª	A partir de los 6 metros, 2 segundos.
3ª	Al iniciar los 30 km/h
4ª	Al iniciar los 40 km/h
5ª	Al iniciar los 50 km/h

Fuente: (Eficiente, 2016, p. 21)

Estos datos son recomendados para conseguir la eficiencia más alta del motor de combustión interna, ya que a un mayor número de rpm en marcha baja se producirá un mayor consumo de combustible y en algunos casos por un déficit de conducción racional se produce un desgaste prematuro en los elementos del motor, y por ende de los demás elementos que conforman el vehículo.

Con los datos detallados en la Tabla 2.2, se procede a establecer las condiciones en las que se encuentre la vía para un buen desenvolvimiento del vehículo: Si se tiene una vía con tráfico fluido o vía libre, se procede a cambiar de segunda a tercera marcha, lo que consigue una velocidad de circulación elevada y por consiguiente un cambio a quinta marcha; si se tiene una velocidad media en la vía de circulación, al encontrarse en segunda marcha con el motor revolucionado, se consigue una velocidad similar a la de la condición de circulación, se cambia directamente a la cuarta marcha, acción que se puede realizar en el momento que la velocidad media a la que se circula es baja, o si se tiene un tráfico trabado que reduce dicha velocidad media. Si inmediatamente se tiene mayor velocidad media y por consiguiente que se puede cambiar a la quinta marcha, deberá ejecutar el cambio oportuno. Se trata de mantener los cambios máximos hasta 2500rpm.

Si la vía en circulación se encuentra congestionada y deba conducirse a una velocidad baja, el conductor debe avanzar el vehículo en segunda marcha con un rango de 2000 rpm, si se supera los 2500 rpm se procederá al cambio de tercera marcha, por ende, el consumo de combustible en tercera marcha será menor que en segunda marcha. Se podrá realizar cambios de cuarta o quinta marcha si las condiciones de circulación o vía es libre, como se puede observar en la Figura 2.12.



Figura 2.12 Revoluciones del motor

Fuente: (Eficiente, 2016, pag 22)

2.3.5 Estados de conducción en vehículos livianos

Un ciclo de conducción se define como una secuencia tiempo-velocidad obtenida a partir de información estadísticamente representativa de un área determinada, es decir, en una distancia recorrida en su totalidad en dicho tiempo, como se observa en la Figura 2.13. Ya que estos estados de conducción son tomados en una operación real, se debe reflejar la dinámica de la conducción del conductor del taxi. Estos estados de conducción se utilizan para obtener factores experimentales de emisión de contaminantes atmosféricos generados por vehículos motorizados y el consumo de combustible en dicho tiempo de conducción.

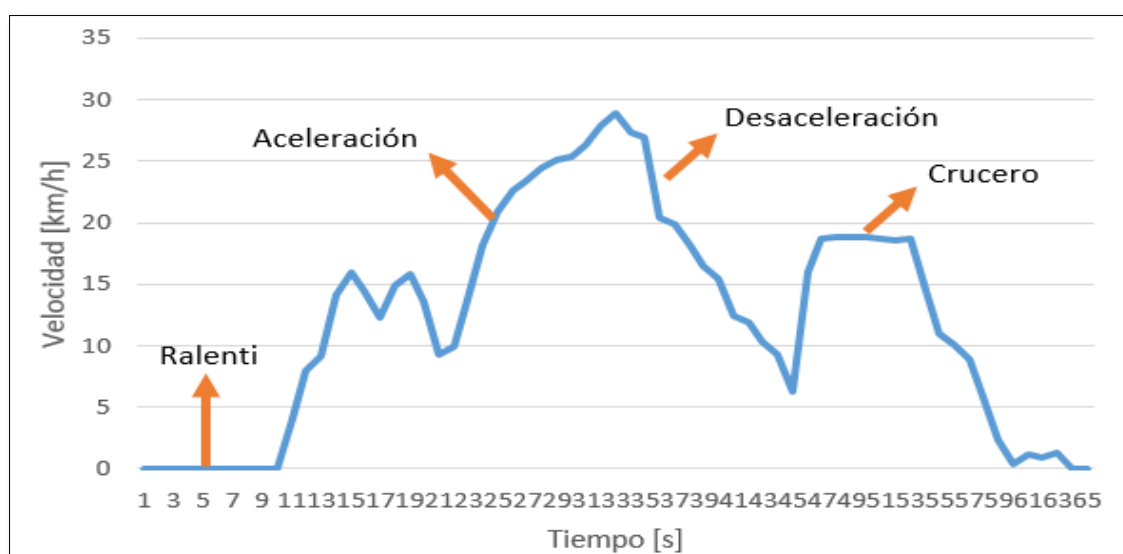


Figura 2.13 Estados de operación de un taxi

A estos estados de conducción se los puede dividir en cuatro estados de conducción, como se detalla a continuación:

2.3.5.1 Estado de aceleración

Este ciclo se refiere en el momento que el conductor se encuentra presionado el acelerador hasta adquirir su velocidad deseada, esta no siempre será muy alta en la zona urbana, que es donde se lleva a cabo dicho estudio.

2.3.5.2 Estado de desaceleración

La desaceleración se tiene en el momento que el conductor retira el pie del acelerador, ya sea porque adquirió una velocidad suficiente o porque desea reducir la misma, por ende se inicia la disminución de velocidad y por consiguiente las rpm.

2.3.5.3 Estado de ralentí

Este ciclo es en el momento que el motor se encuentra en funcionamiento con sus rpm mínimas, este ciclo se da más en paradas o en semáforos en rojo, ya que el vehículo no se mueve y menos es acelerado.

2.3.5.4 Estado de velocidad constante o crucero

Este ciclo se refiere al momento en el que el vehículo avanza a rpm constantes durante un periodo prolongado por una distancia larga, por consiguiente la aceleración resulta ser nula.

2.3.6 Conducción racional y anticipación

La conducción racional y anticipada es aquella que lleva una distancia que brinda seguridad, la cual permite reconocer las condiciones en las que se encuentra el entorno, estas pueden ser exceso de tráfico, rebasamiento de un vehículo, etc., las cuales brinden un mayor tiempo de reacción para la toma de decisiones y forma de conducción, lo que permitirá ser más manejable y evitar situaciones de peligro. Al tomar en cuenta que el conductor debe tener una actitud anticipativa, tampoco debe tener un comportamiento que tenga como resultado obstáculo o peligro para otros participantes del tráfico.

Una conducción anticipada se pone en uso cada vez que se conduce, la cual debe contar con un campo de visión de vía muy amplio, el adecuado permite tener una visión de dos o tres vehículos por delante del conducido, por lo que genera una distancia considerable de seguridad. El panorama del estado de tráfico debe ser un campo visual adecuado, con una visualización de una distancia de 200 metros por delante, la visualización constante de los retrovisores internos externos y una mirada con objetivo a la lejanía de la vía para tener un mayor panorama de la circulación, estos aspectos son algunos de los más importantes al momento de realizar este tipo de conducción.

La distancia de seguridad es aquel espacio que se debe tener como margen entre el vehículo delantero y el propio, dentro de la ciudad debe tener 30 metros y en carretera debe tener 80 metros de distancia, esta distancia de seguridad podrá ser mayor si se presenta una menor visibilidad del tráfico de la vía, tales como existencia de obras en la vía, mal estado, otro vehículo que limite el campo de visión, circunstancias meteorológicas, etc. Que intervengan al mantener las distancias correctas, mismas que evitan que se produzcan colisiones, accidentes entre los vehículos.

2.4 Mantenimiento del vehículo

Un vehículo requiere de varios cuidados, no es suficiente con solo llenar el tanque de gasolina y arrancar; hay que seguir un mantenimiento periódico para obtener un funcionamiento óptimo del mismo y así prolongar su vida útil; por lo tanto, mejora el servicio a la sociedad. Para evitar inconvenientes con el vehículo se debe siempre hacer mantenimientos preventivos, correctivos y predictivos necesarios para que el motor tenga un funcionamiento correcto y no exceda su consumo.

2.4.1 Mantenimiento preventivo

Un mantenimiento preventivo que se debe realizar en el vehículo es hacer un chequeo de todos los componentes que intervienen en el consumo del combustible como las bujías de encendido, inspección de los fluidos del motor y sus respectivos filtros.

2.4.2 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo en los vehículos con respecto al consumo del combustible es el cambio de todos los filtros, en especial el filtro de combustible siempre respetando el kilometraje recomendado por el fabricante o el técnico.

2.4.3 Mantenimiento predictivo

Se debe llevar a cabo una planificación acerca de los mantenimientos previos a realizarse dentro del vehículo, en base al consumo de combustible se debe revisar siempre las cañerías del sistema de inyección, el estado de las bujías, cables de bujías, bobinas, etc, del motor para evitar futuras fallas que ocasionarían consumo excesivo de combustible.

El control de mantenimiento de los vehículos usados como taxis se realiza a través de la información del odómetro. Algunos vehículos varían según el modelo o el año, pero por lo general se los hace a un kilometraje establecido por la duración de los elementos pertenecientes a éste.

En la Tabla 2.3 se puede apreciar el mantenimiento que se debe realizar a los vehículos periódicamente para prolongar la vida útil de los mismos, entre ellos consiste cambios de fluidos, alineación, rotación de ruedas, cambio o reemplazo de piezas que culminen el periodo de vida útil, ya sea esto cada 5000 km, 10000 km o 20000 km, según indican la mayoría de manuales de taller con los que trabajan las concesionarias, al llevar correctamente este tipo de mantenimiento se prolonga la vida útil del vehículo.

Tabla 2.3 Mantenimiento del vehículo

Descripción	Km x 1000																			
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Alinear ruedas				X				X				X				X				X
Balancear y rotar ruedas		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
Cambiar filtro de combustible		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
Cambiar líquido de frenos								X								X				
Cambiar aceite de caja								X								X				
Cambiar aceite, filtro del motor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambiar banda de accesorios												X								
Cambio banda de distribución												X								
Cambiar bujías de encendido				X				X				X				X				X
Cambio filtro de aire		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
Cambio líquido hidráulico							X						X						X	
Cambiar refrigerante													X							
Cambiar termostato													X							
Limpiar cuerpo de aceleración					X						X						X			
Limpiar inyectores														X						
ABC frenos		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
Limpieza sistema de inyección					X					X					X					X
Reajustar suspensión	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	

A continuación, se muestra los mantenimientos más comunes en los componentes que intervienen en el consumo del combustible que se debe realizar en los vehículos para mantener un funcionamiento óptimo de los motores de combustión interna y así evitar un consumo excesivo de combustible:

2.4.3.1 Filtros de aceite

Durante el desgaste del motor aparecen partículas metálicas que se desprenden de los componentes y terminan en el aceite lubricante. El filtro de aceite retiene estas partículas que pueden perjudicar el rendimiento del motor o incluso dañarlo gravemente. Es importante revisar a diario que no existan fugas alrededor de este filtro, para evitar así pérdidas de lubricante y un recalentamiento de las piezas del motor.

2.4.3.2 Filtros de aire

Tener en el vehículo un filtro en buenas condiciones garantiza que el aire que llega al motor no contenga partículas abrasivas y dañinas para las paredes de los cilindros, para así poder realizar una combustión en las mejores condiciones sin elementos residuales, reduciendo el consumo del combustible al igual que ocurre con las emisiones contaminantes. Es importante que el filtro sea revisado periódicamente, si está obsoleto se debe cambiar lo más pronto posible para evitar la presencia de estas partículas que ocasionan mucho daño al motor y así también al medio ambiente.

2.4.3.3 Filtros de combustible

Su funcionamiento es diferente si se trata de vehículos a gasolina: elimina las impurezas del combustible para impedir que lleguen al motor, mientras que en los vehículos que funcionan con diésel sirven para eliminar el agua y evitar la corrosión de los elementos metálicos del motor. Se debe revisar para evitar acumulación de partículas basura.

2.4.3.4 Los neumáticos

Algunos factores son los que influyen en la vida útil de un neumático: desde los propios componentes de las cubiertas y el almacenamiento previo a su venta, hasta la manera de conducir de su usuario, o la climatología y las características del pavimento por el que rueda. Por lo que es muy difícil determinar un kilometraje de vida útil. Sin embargo, al ser un intermediario entre el vehículo y la carretera, su papel en la seguridad es primordial. Debe mantener correctamente los índices de presión aconsejados por el fabricante. Es conveniente estar siempre pendiente de la aparición de vibraciones, ruidos, desgaste anómalo (mayor por unas zonas que por otras), de cualquier comportamiento extraño detectado en una frenada. Puede que haya llegado el momento del cambio e incluso que se dé aviso de fallos en otros componentes relacionados con la seguridad.

2.4.3.5 Frenos

Si estos se encuentran en mal estado se necesita más metros para detener o frenar el vehículo ante cualquier emergencia. El desgaste de los componentes del sistema de frenos depende mucho de las características de la conducción y también del medio habitual por el que rueda el vehículo (abundantes curvas, recorridos en montaña, atascos dentro de ciudades, etc.).

Se recomienda que este sistema sea revisado por un especialista al menos una vez al año, no es fácil detectarlo, puesto que los componentes del freno sufren un deterioro constante y, salvo que sea muy marcada la diferencia (tarda en “reaccionar”, puede provocar ruidos, chirridos, etc.) en cuyo caso el paso por el taller debe ser inmediato.

2.4.3.6 Lubricantes

Se encarga de reducir el desgaste de las piezas del motor, canaliza las partículas metálicas surgidas de ese desgaste hacia el filtro, ayuda a la refrigeración y evita diminutas fugas en el circuito por sus propiedades sellantes.

El período de vida útil de los lubricantes se ha elevado mucho en los Vehículos modernos. Hace 20 años, la media de cambio estaba en torno a los 5.000-8.000 kilómetros, pero hoy los fabricantes de vehículos hablan de reposiciones más distanciadas, por encima de los 30.000 kilómetros para sus nuevos modelos, aunque dilatar más de 15.000 kilómetros el cambio de lubricantes hace que el motor sufra en exceso. Los talleres aconsejan comprobar el nivel del depósito de lubricante (cada 1.500 kilómetros), una costumbre excelente que ahorra muchos sustos ahorra disgustos y dinero. Se debe colocar el tipo de lubricante aconsejado por el fabricante del vehículo.

2.4.3.7 Sistemas de inyección

Para un buen mantenimiento de lo que es los sistemas de inyección es primero usar el correcto combustible para el motor para evitar un desgaste prematuro en el interior de los cilindros, se debe realizar con frecuencia una limpieza de los inyectores, ya sea al usar aditivos para el combustible o llevar los inyectores a un taller especializado para una limpieza profunda.

Se debe mantener una buena sincronización del sistema de encendido, esto incluye revisar constantemente todos los cables que intervengan en el sistema de inyección como lo son de las bujías, el rotor la tapa del distribuidor, etc.

2.5 Equipos de medición

Para el desarrollo del presente estudio se busca la manera de medir parámetros, valores referentes a la cinemática del vehículo y el consumo del combustible, los que se describen a continuación:

2.5.1 Equipos GPS

Un equipo de medición de posición es un sistema de posicionamiento global conocido como GPS, el cual es usado con mucha normalidad a nivel mundial, esto es debido a que la aplicación está presente en nuestra vida cotidiana, como por ejemplo en el navegador del vehículo. Un GPS es un dispositivo de gran ayuda para solucionar una incógnita muy antigua, la que consiste en conocer el lugar donde se encuentra la persona en el mismo instante con coordenadas (Mequetrefe, 2010).

Estos GPS brindan la información de las coordenadas de la posición actual del individuo, la misma que al desplazarse indica la velocidad, aceleración, distancia y trayectos desplazados

en un determinado lapso de tiempo. Presentan diferentes métodos de aplicaciones, este depende del grado de precisión que desee el usuario y el tipo de receptor que se dispone.

2.5.1.1 Métodos de observación

Se diferencian tres métodos que se obtiene a partir de la observación a satélites.

La navegación autónoma emplea un solo receptor, tienen una baja precisión, este tipo de navegación se usa más en altamar y excursionistas, incluyendo los navegadores que se utilizan en los vehículos: la precisión máxima que se puede llegar es a los 10 metros; El posicionamiento diferencial de base para este método se usa dos receptores de GPS que reciben los datos de coordenadas de ambas posiciones, esto hace que la precisión sea más alta entre 500 y 20 milímetros: este es más usado para trabajos topográficos o control de maquinaria; el posicionamiento diferencial corregido también conocido como DGPS, sistema que proporciona correcciones de los datos recibidos de los satélites GPS, el cual brinda mayor precisión de la posición, para obtener este tipo de posición se requiere la conexión de un mínimo de cuatro satélites que reporta la posición correcta.

2.5.1.2 Tipos de GPS

En la Figura 2.14 se indica un modelo de equipo GPS, el cual tiene una clasificación según el requerimiento que se tenga, estas pueden ser las siguientes:



Figura 2.14 Equipo GPS

Fuente: (Motorbit, 2010, pag 44)

GPS de mano el cual registra el recorrido seguido en rutas pre marcadas, permite conectar a un ordenador para programar las rutas deseadas. Este tipo de GPS resulta ideal para ser usado

al aire libre, senderismo, montaña, etc. Los navegadores son similares al GPS de mano, pero orientado para uso exclusivo de la ciudad o carretera. Al ser modernos permite cargar un destino y el navegador calcula la ruta basándose en su cartográfica; el GPS integrado es la mayoría de los dispositivos móviles, como por ejemplo el de los celulares que tienen un GPS integrado, por ende su costo es elevado.

2.5.2 Equipos de medición de flujo

Para medir el consumo de combustible de un vehículo se usa un caudalímetro o un flujómetro, este se encarga de medir el caudal de un líquido o gas, el cual es colocado entre la tubería que transporta el fluido, la importancia del uso de este equipo es conocer la cantidad de fluido que recorre en un sistema a una determinada velocidad y tiempo. Existe una gran variedad de flujómetros para la medición del gasto másico, entre los principales se encuentran los siguientes.

2.5.2.1 Magnético

El cual aplica un campo magnético en la tubería y mide la diferencia de voltaje de extremo a extremo del diámetro de la tubería.

2.5.2.2 Flujómetro de turbina

Este flujómetro consta de una hélice, la cual gira cada vez que la corriente la toca; la velocidad de esta hélice es proporcional al caudal que pasa. Se observa en la Figura 2.15.



Figura 2.15 Flujómetro de turbina

2.5.2.3 Flujómetro de presión diferencial

Este flujómetro usa la diferencia de presiones provocadas por varios elementos primarios como toberas, placas, tubos Venturi.

2.5.2.4 Flujómetro ultrasónico

Se alimenta de electricidad, este se basa en el tiempo que se demoran dos señales en atravesar una misma distancia por medio de un fluido conducido.

2.6 Estado del arte

En este ítem se toma en consideración artículos científicos que ayudan al desarrollo y entendimiento del presente estudio, la información es tomada de análisis de resultados, los cuales permiten aclarar dudas acerca del tema presentado.

El estudio realizado por (Rosero F, Análisis del Consumo de Combustible en Autobuses Urbanos por Efecto de las Intersecciones Semaforizadas. Caso de Estudio Ciudad de Ibarra., 2017, págs. 1-22) Sobre un análisis del consumo de combustible en autobuses urbanos por efecto de las intersecciones semaforizadas en la ciudad de Ibarra, menciona que al tomar en cuenta que el total de 287 buses se estima que tienen un consumo de diésel de 115.000gl por mes y 1.400.000gl anuales, entonces si se aplicara la reestructuración de las intersecciones semaforizadas se ahorraría anualmente alrededor de 85.000gl, es decir un ahorro de \$150.000 para el gobierno central.

Mediante evaluaciones se ha logrado determinar que un cambio de intersección semaforizadas o señales de ceder el paso por rotondas consigue disminuir un 29% de emisiones CO, 28% de consumo de combustible y 21% de Nox, pero al hacer lo contrario se obtuvo incrementos del 4%,3% y 6% respectivamente (Várhelyi, 2002, págs. 65-71), esta información se obtuvo mediante un método llamado “Car following” el cual consiste en un seguimiento a un vehículo con otro vehículo a una distancia mínima con la condición de realizar los mismos cambios de velocidad que el vehículo seguido. Según resultados muestran que, si a un bus se le genera un carril exclusivo para él, genera más ahorro de energía cuando trabaja en bloques medios, se puede mejorar la eficiencia operativa y el aprovechamiento de la energía al rediseñar la señalización de la ciudad, estación de buses y una correcta aplicación de una conducción eficiente.

Otra investigación realizada por (H.Y. Tong W. H., 2011, pág. 11) sobre las emisiones de vehículos de motor en carretera y consumo de combustible en condiciones urbanas de

conducción de la Universidad Politécnica de Hong Kong, informa que las emisiones de gases contaminantes del motor son algunas de las principales causas de la contaminación del Aire como: óxidos nítricos (NO_x), monóxido de carbono (CO), hidrocarburos no quemados (HC) y varias partículas provenientes de los gases de escape, el nivel más alto de partículas en la calle es del 68% el mismo que sobrepasa el límite legal permitido, por lo cual la reducción de emisiones en vehículos ayuda a mejorar la calidad del aire. Las tasas de emisiones de CO, HC, NO_x y hollín de los vehículos evaluados, determinan que la aceleración es más alta que los otros modos de conducción, Cuanto más alta es la velocidad de aceleración, más combustible es necesario, por lo tanto, el consumo de combustible y las emisiones aumentan. En otro estudio realizado en Egipto por (Al-Samari, 2017, pág. 6) sobre emisiones y ahorro de combustible para vehículos híbridos versus convencionales en el mundo real y estados de manejo estándar, informa que se puede mejorar el ahorro de combustible hasta un 68% en el ciclo de manejo de conducción real que se maneja en las actividades de las ciudades, sin embargo la mejora de ahorro es del 10% en el ciclo de conducción de la carretera, esto se presenta debido a que el uso de los frenos es poco frecuente, las emisiones del vehículo eléctrico disminuyeron alrededor del 40% en el ciclo de conducción del mundo real y un 11% en carretera; finalmente la eficiencia del motor mejora aproximadamente un 12% el ciclo de conducción en el mundo real y alrededor del 7% en el ciclo de conducción en carretera. Los resultados muestran que un vehículo eléctrico en ciudad tiene mayor ventaja por el uso de sistemas de frenado o desaceleración que utiliza.

Por último, en un estudio empírico de Beijing acerca del tipo de taxi más atractivo para el pasajero, taxi convencional o taxi personalizado; él cual es realizado por (Yujie Zhanga, 2016, pág. 9), mismo que indica que los ciudadanos urbanos en la actualidad buscan el modo de viaje más confortable con mayor frecuencia para satisfacer su creciente demanda de viajes. El taxi personalizado, basado en la tecnología de Internet móvil, como Uber en América y Didi-taxi en China, se caracteriza por su servicio de alta calidad. Este tipo de servicio de taxis nuevo desafía a la industria convencional existente. La elección de viaje personalizada está determinada por las características personales y la característica de viaje. Los resultados indican que los viajeros con edad adulta, alto ingreso familiar o nivel de educación relativamente bajo prefieren elegir al taxi normal como su modo de viaje principal. En cuanto a la evaluación de preferencia de viaje, el taxi personalizado es ahora considerado como un modo de viaje conveniente, pero de baja seguridad en comparación con el taxi convencional.

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Para la realización del presente trabajo, se plantea seis pasos fundamentales que son los que se presentan en la Figura 3.1:

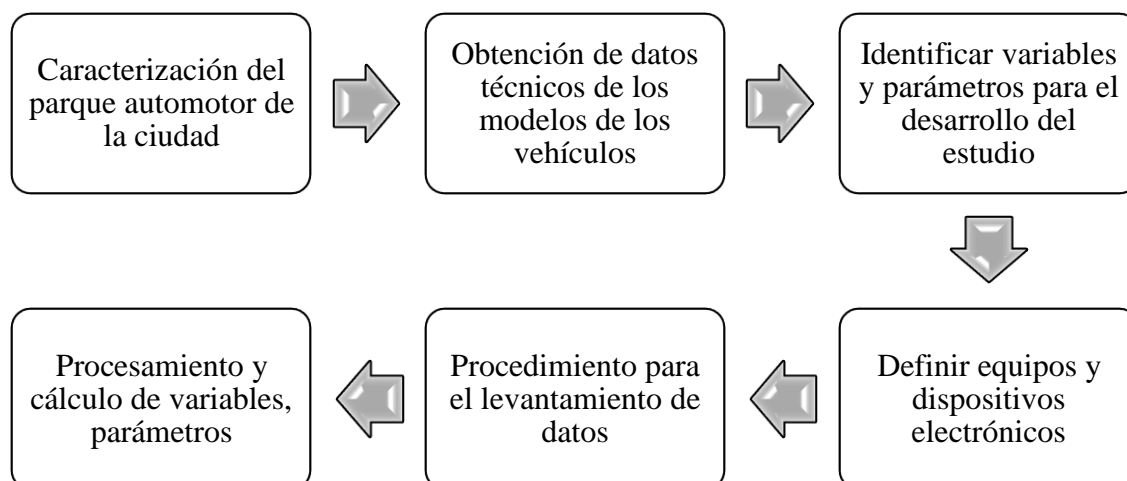


Figura 3.1 Metodología para estimar el consumo de los taxis de la ciudad

3.1 Caracterización del parque automotor de taxis de la ciudad

Para realizar la caracterización del parque automotor de taxis de la ciudad es necesario acudir al Movidelnor EP en donde se solicita la información acerca del número total de cooperativas vigentes y taxis matriculados de la ciudad, misma que ayuda en el proceso para identificar el total de vehículos que circulan y prestan el servicio de taxis, también se adquiere la información acerca de la edad de los conductores. A continuación, se puede apreciar el número total de taxis, en los cuales se tiene diferentes marcas y modelos según las cooperativas; se encuentran divididas entre taxis convencionales con 46 cooperativas y 13 en Ejecutivos; dando un total de 1245 taxis en la ciudad.

3.1.1 Cuantificación de marcas y modelos en las cooperativas de taxis

Para realizar la cuantificación de marcas y modelos de las cooperativas de la ciudad de Ibarra, se inicia con la información obtenida anteriormente en Movidelnor EP acerca del total de taxis de la ciudad de Ibarra, luego se hace una cuantificación y clasificación en base al modelo y marca del automotor, de esta manera se identifica las marcas y modelos más comunes para el servicio de taxis, información clasificada en base al listado de modelos obtenidos por la agencia. Esto se detalla a continuación en la Tabla 3.1:

Tabla 3.1 Porcentaje de modelos de vehículos

Marca	Modelo	Unidades	Porcentaje
Chevrolet	Sail	68	5,70%
	Chevy Taxi	76	6,38%
	Aveo Family	90	7,55%
	Aveo Activo	135	11,33%
	Aveo Emotion	17	1,43%
	Corsa	11	0,92%
	Optra	4	0,34%
Hyundai	Accent 1,4	72	6,04%
	Accent 1,5	15	1,26%
	Accent 1,6	83	6,96%
	Elantra	2	0,17%
	Getz	7	0,59%
	Matrix	3	0,25%
Kia	Rio xcite	141	11,83%
	Stylus	45	3,78%
	Rio R	25	2,10%
	Rondo	2	0,17%
	Station	1	0,08%
	Forte	18	1,51%
Nissan	Sentra	241	20,22%
	Tiida	19	1,59%
	Almera	18	1,51%
	Versa	1	0,08%
Skoda	Fabia	7	0,59%
	Octavia	1	0,08%
Citroën	Ceiysee	2	0,17%
Great Wall	Voleex	23	1,93%
Mazda	Alegro	13	1,09%
	Mazda 3	0	0,00%
Renault	Logan	39	3,27%
Toyota	Yaris	2	0,17%
	Corolla	2	0,17%
Lifan	LF7160L1	2	0,17%
Ford	Fiesta	2	0,17%
Peugeot	XS CINC	1	0,08%
Volkswagen	Gol-Santana	4	0,34%

Para conocer la muestra de las unidades a seguir es necesario identificar en la tabla 3.1 a los cinco modelos de vehículos más comunes usados como taxis, en el cual se divide de acuerdo con el tipo de servicio que presenta, es decir, convencional o ejecutivo, luego se inicia solo con la información seleccionada, para determinar cada valor se aplica un regla de tres simple la cual consiste en el total de unidades separadas por modelo de vehículo y edad del conductor, misma que se le asigna el porcentaje que representa en función del tipo de servicio, a este porcentaje se aplica la regla de tres con los valores del total de unidades a seguir, dando como resultado la cantidad exacta de seguimientos, este procedimiento se repite para cada modelo de vehículo y edad; tal como se detalla en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Muestra de unidades a seguir

Marca	Modelo	CONVENCIONALES	EJECUTIVOS
		Unidades	Unidades
Hyundai	Accent	53	6
Chevrolet	Aveo Activo	14	32
	Chevytaxi	27	0
Nissan	Sentra B13	78	4
Kia	Xcite	23	19

Los cinco modelos de taxis presentados tienen una similitud en cuanto al año de fabricación, el cual varía entre los modelos desde el 2007 hasta el 2012, para el caso del nissan sentra 13 su modelo es similar hasta el año 2013 y discontinuado por la carencia del airbag en sus versiones presentes para Ecuador. Se tiene que son cuatro marcas de vehículos con mayor preferencia y cinco modelos de preferencia para los conductores que realizan su trabajo como conductores profesionales, entre ellos tenemos a las marcas más competitivas dentro del mercado automotriz, las cuales son chevrolet con el modelo aveo activo y el chevytaxi, la marca coreana con la marca hyundai y kia, con los modelos del accent y rio xcite respectivamente, también se encuentra a la marca nissan con el modelo del vehículo sentra, estos modelos de los vehículos son los que se encuentran a un precio accesible.

3.2 Obtención de datos técnicos de los modelos de los vehículos

Para desarrollar el presente estudio se obtiene las especificaciones técnicas de los modelos seleccionados en la Tabla 3.2 para conocer las características de cada uno de ellos como la denominación técnica, pesos, dimensiones, motor, torque y potencia, consumo etc.

Los modelos preseleccionados presentan similares características tales como: en su sistema de salida de los gases de escape tienen un catalizador y un silenciador que ayuda a disminuir la contaminación del medio ambiente, frenos de disco ventilados delanteros y posteriores de tambor, todas las versiones presentan tracción delantera, además cuentan con una capacidad para cinco pasajeros adultos.

3.2.1 Especificaciones técnicas de hyundai accent

En la Tabla 3.3 se encuentran las especificaciones del hyundai accent 1600 cc con procedencia Coreana, un motor de gasolina que rinde 44.8 km/gl dentro de la ciudad y 59.2 km/gl en carretera, tiene sistema de inyección multipunto, un sistema de válvulas variables llamado dual CVVT con 16 válvulas que mejora el rendimiento de consumo de combustible, mismo que varía el tiempo de cierre y apertura de las válvulas, por ende, genera una mejora volumétrica y reducción de gases contaminantes, además cuenta con un sistema de dirección electrónica EPS, este modelo de vehículo no presenta calificación alguna por Latin NCAP.

Tabla 3.3 Especificaciones hyundai accent

Especificación técnica			
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Desplazamiento [cc]	1599	Relación compresión	9,6:1
No. Cilindros	4	Diámetro x carrera [mm]	75,5 x 78,1
No. Válvulas	16	Peso vacío [kg]	1130
Potencia [kW @ rpm]	2,33 @ 6000 rpm	Capacidad de carga [kg]	500
Torque[Nm @ rpm]	125 @ 4700	Tanque combustible [l]	12,15 / 46

Fuente: (Cevallos, 2017,pag 45)

3.2.2 Especificaciones técnicas de chevrolet aveo activo

En la Tabla 3.4 se encuentran las especificaciones del vehículo chevrolet aveo activo presenta un motor de 1600 cc DOHC con 16 válvulas, mismo que es ensamblado en Colombia, aplica a la normativa de emisiones EURO III, tiene una válvula EGR que ayuda a la recirculación de los gases de escape y un canister que recolecta los gases que se producen dentro del tanque de combustible para luego ser aprovechados según la ECM disponga, el cual beneficia al mejoramiento del consumo de combustible, tiene un rendimiento de combustible de 43.5 km/gl en ciudad y 56.3 km/gl en carretera, además dispone de: sistema de frenos ABS, sistema de dirección hidráulica, airbag piloto y copiloto; Latin NCAP indica que cuenta con una calificación de cero estrellas para la seguridad del conductor y dos estrellas para el pasajero posterior (niño).

Tabla 3.4 Especificaciones chevrolet aveo activo

Especificación técnica			
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Desplazamiento [cc]	1598	Relación compresión	9,5:1
No. Cilindros	4	Diámetro x carrera [mm]	79 x 81,,5
No. Válvulas	16	Peso vacío [kg]	1125
Potencia [kW @ rpm]	76,8 @ 6000rpm	Capacidad de carga [kg]	410
Torque[Nm @ rpm]	135 @ 3600	Tanque combustible [l]	45

Fuente: (Cevallos, 2017,pag 46)

3.2.3 Especificaciones técnicas de chevrolet chevy taxi

En la Tabla 3.5 se encuentran las especificaciones del automóvil chevrolet chevytaxi presenta un motor E-TEC II SOHC de 1500 cc de 8 válvulas, rinde 40 km/gl dentro de la ciudad y 55 km/gl en carretera, aplica con la normativa de emisiones EURO II, posee tecnología básica en su sistema de inyección de combustible; en confort tiene un sistema de dirección hidráulica, no presenta airbag, Euro NCAP indica que cuenta con una calificación de cero estrellas tanto para el conductor como para el acompañante. Actualmente este vehículo es reemplazado por el Chevrolet Sail que al igual no presenta estrellas de seguridad.

Tabla 3.5 Especificaciones chevrolet chevy taxi

Especificación técnica			
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Desplazamiento [cc]	1498	Relación compresión	9,5:1
No. Cilindros	4	Diámetro x carrera [mm]	76,5 x 81,5
No. Válvulas	8	Peso vacío [kg]	1040
Potencia [kW @ rpm]	61,89 @ 5600rpm	Capacidad de carga [kg]	415
Torque[Nm @ rpm]	127,4 @ 3000	Tanque combustible [l]	45

Fuente: (Cevallos, 2017,pag 47)

3.2.4 Especificaciones técnicas de nissan sentra b13

En la Tabla 3.6 se encuentran las especificaciones del nissan sentra de 1600 cc con motor b13 de procedencia mexicana, tiene un sistema de inyección básico y eficiente, el sistema EVAP le permite recolectar los vapores del tanque de combustible y almacenar en un pequeño depósito para luego ser aportados a la combustión, tiene una sola bobina, una potencia de 110HP, tiene un rendimiento de combustible de 43.2 km/gl en ciudad y 56 km/gl en carretera, sistema de dirección hidráulico, no tiene airbag, además cuenta con un rango de seguridad de cero estrellas según lo indica Latin NCAP. Este vehículo ya no se encuentra a la venta actualmente debido a que no cumple las normativas que establece la ANT.

Tabla 3.6 Especificaciones nissan sentra b 13

Especificación técnica			
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Desplazamiento [cc]	1597	Relación compresión	9,5:1
No. Cilindros	4	Diámetro x carrera [mm]	76 x 88
No. Válvulas	16	Peso vacío [kg]	957
Potencia [kW @ rpm]	78,29 @ 6000rpm	Capacidad de carga [kg]	357
Torque[Nm @ rpm]	138,3 @ 4000	Tanque combustible [l]	50

Fuente: (Cevallos, 2017,pag 48)

3.2.5 Especificaciones técnicas de kia rio xcite

El vehículo kia rio xcite cuenta con tracción delantera, con un motor de gasolina 1400 cc DOHC de procedencia coreana, de 95HP, su rendimiento de combustible es mejorado por el canister, en la recolección de los gases generados en el tanque para su posterior utilización, el cual evita la evaporación del combustible, rinde 44.1 km/gl dentro de la ciudad y 58.2 km/gl en carretera,; las dimensiones de su carrocería son menores en comparación con los otros modelos de vehículos, en su confort tiene sistema de dirección hidráulico, no tiene airbag; además cuenta con un rango de seguridad de cuatro estrellas para el conductor, tres para el ocupante infantil, esto en base a la versión que presenta airbags para Europa según lo indica Euro NCAP, para la versión sin airbags no presenta realización de pruebas de seguridad, por lo cual no se establece su nivel de seguridad para américa del sur.

Tabla 3.7 Especificaciones kia rio xcite

Especificación técnica			
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Desplazamiento [cc]	1339	Relación compresión	9,4:1
No. Cilindros	4	Diámetro x carrera [mm]	75,5 x 78,1
No. Válvulas	16	Peso vacío [kg]	890
Potencia [kW @ rpm]	72,33 @ 6000rpm	Capacidad de carga [kg]	500
Torque[Nm @ rpm]	119 @ 4256	Tanque combustible [l]	45,5

Fuente: (Cevallos, 2017,pag 49)

3.2.6 Obtención de curvas de potencia y torque

Normalmente el fabricante obtiene datos acerca del motor a partir de pruebas y da como resultado tres curvas características, estas las realizan a todos los vehículos antes de su comercialización, los valores principales que obtienen son: par, potencia y consumo específico, todas en función del régimen de giro del motor. Según la aplicación y el tipo de conducción, las curvas características, definen el comportamiento del vehículo en el terreno.

Las curvas de potencia y torque son obtenidas a través de un dinamómetro del CICEV Centro de Capacitación e Investigación para las Emisiones Vehiculares, dentro de la EPN Escuela Politécnica Nacional, el cual consta de las siguientes características en su software.

Presenta una medición de potencia dinámica continua y estática discreta, simula carga con revoluciones, fuerza de tracción y velocidad constante, simula pruebas con visualización de tacómetro, simula marchas, evaluación de diagramas de potencia a través de función de cursor, cronómetro para medir aceleraciones entre marcas de velocidad, carga y guarda diagramas de potencia, importa y exporta datos, perfiles de simulación e incorpora impresión A4 en diagrama y tabla (Haldenwang, 2015)

En la Figura 3.2 se observa que para realizar estas pruebas es necesario que el automotor tenga una temperatura de funcionamiento normal, sus ruedas deben estar ubicadas en los rodillos, debe estar fijado de modo que esté inmóvil cada vez que se realice la practica; seguido se enciende el vehículo, la cual inicia la prueba, esta debe estar en una marcha fija, esta puede ser cuarta o tercera. Se inicia con bajas rpm y luego se acelera a fondo para conseguir elevadas rpm, seguido se deja de acelerar hasta que el motor regrese a su estado inicial de ralentí, durante este proceso el dinamómetro y su software procesa la información recibida por el rodillo, finalmente las gráficas de potencia y torque se observa en el computador de este (Cevallos, 2017, pág. 54).



Figura 3.2 Pruebas en dinamómetro

Fuente: (Cevallos, 2017, pag. 54)

Con el resultado obtenido a partir de las pruebas se establece una curva de potencia y torque para cada vehículo estudiado. Las curvas están dentro de un rango de 1000 a 5000

revoluciones por minuto. Tal y como se observa en la Figura 3.3, la cual indica en la gráfica cuatro diferentes líneas o trazados en base a la potencia y torque que genera el motor, para ello la línea de color azul es la potencia que genera el motor hacia las ruedas expresado en HP, la línea de color verde es la potencia de arrastre expresado en HP, la potencia normal en HP denotado por la línea roja y el par normal del motor expresado en lb.f por la línea de color naranja.



Figura 3.3 Resultados de prueba en dinamómetro

Fuente: (Cevallos, 2017, pag. 55)

También existen pruebas en otro tipo de dinamómetros en los cuales indican el consumo de combustible en base a las rpm, la potencia y el torque, por lo general estas curvas indican a que revoluciones el motor está en un funcionamiento óptimo con un consumo no excedido al normal requerido, es decir muestran en qué punto genera menor consumo de combustible, pero con mayor torque y potencia según a las rpm con las cuales se encuentra funcionando el motor de combustión interna, ya que a esas velocidades del motor se encuentra en las mejores condiciones para funcionar.

3.3 Establecer variables, parámetros y consideraciones para el estudio

Para establecer las variables y los parámetros en este estudio se toma en consideración tres campos importantes: la cinemática del vehículo, los consumos instantáneos de y los consumos promedios de combustible.

3.3.1 Variables y parámetros de la cinemática del vehículo

Para conocer la cinemática que el vehículo tiene en su labor diario se debe tener en claro que datos son primordiales, los cuales se detallan a continuación y el para qué son necesarios cada uno de ellos para realizar el estudio.

Los valores cinemáticos necesarios para realizar el estudio en los taxis son: **la distancia (d)** en metros (m), para conocer la distancia total recorrida en el seguimiento desde que inicia hasta que finaliza; **el tiempo (t)** de duración de muestreo en segundos (s), para saber el tiempo total de seguimiento en la respectiva distancia recorrida; **la velocidad instantánea (v)** de un vehículo expresado en km/h, valor con el cual se identifica el estado del vehículo cada segundo; **la aceleración (a)** expresada en m/s^2 , dato útil para determinar los estados de conducción de cada conductor; todos estos valores se obtienen en un intervalo de tiempo de un segundo de muestreo para tener un porcentaje de error bajo en los cálculos a realizar más adelante.

Con el valor de la aceleración se procede a encontrar los porcentajes de los cuatro estados de marcha del vehículo que son: ralentí, crucero, aceleración y desaceleración.

3.3.2 Variables y parámetros para el consumo instantáneo de combustible

Para el consumo instantáneo de combustible en cada ciclo de conducción se necesita saber los datos del **volumen** de la gasolina (**v**) expresado en mililitros (**ml**) para tener un estimado de lo que consume el vehículo, el **flujo volumétrico (Q)** expresado en mililitros sobre segundos (**ml/s**) para conocer la cantidad de fluido que pasa hacia la cámara de combustión en un tiempo estimado del seguimiento y el **caudal másico (\dot{m})** el cual es expresado en miligramos sobre segundos (**mg/s**), el cual ayuda a saber el consumo de combustible en las unidades de masa en un tiempo estimado.

3.3.3 Parámetros del consumo de combustible promedio

Para tener un consumo de combustible promedio estimado se opta por realizar una encuesta personal a los conductores de los taxis, para ello se define primero los parámetros que se

necesitan, entre alguno de los parámetros se tiene: el kilometraje inicial y final de un día normal de trabajo, ambos expresados en kilómetros (**km**), con estos datos se puede saber el kilometraje de la trayectoria diaria que efectúan en un día, también se solicita el consumo del combustible (**cd**) expresado en dólares (\$), este sirve para conocer el valor económico del combustible consumido y así estimar el consumo en galones (**gl**), como se puede observar en la Tabla 3.8. Con estos valores se puede llegar a tener una apreciación de consumo promedio (**Cp**) de los vehículos expresados en galones sobre kilómetro (**gl/km**) valores por semana, por mes y por año.

Tabla 3.8 Ventana de estadística

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE				
FICA				
INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ				
Día	Experiencia del Conductor	Kilometraje inicial	Kilometraje final	Consumo de combustible \$
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

3.4 Definición equipos y dispositivos electrónicos

En este punto se define todos los equipos y dispositivos electrónicos que se utilizan para el desarrollo del presente estudio, además de cómo se tiene que utilizar para obtener todos los datos ya definidos anteriormente, mismos que se obtienen con mayor destreza gracias a la tecnología con la que contamos en la actualidad.

3.4.1 Selección de dispositivo electrónico para levantamiento de cinemática

Para poder levantar datos de la cinemática del vehículo se utiliza el dispositivo electrónico llamado GPS Recorder GL-770 indicado en la Figura 3.4, que cuenta con un receptor GPS de calidad comercial que ayuda administrar el equipo de campo de manera efectiva. Su diseño hace que sea resistente al agua y duradero, el cual viene con dos softwares: TSI Log View (para Windows) y Cloud-based software MMG (ManageMyGPS). El software TSI LogView presenta los datos grabados en una tabla y muestra las pistas grabadas en Google Maps. El software basado en la nube (ManageMyGPS) es una alternativa a un rastreador en tiempo real. Permite administrar muchos dispositivos de un equipo de campo o vehículos.

El GPS GL-770 es un registrador de datos para uso comercial y privado. Las empresas pueden usar este dispositivo de manera efectiva para controlar a su personal de campo o para la administración de flotas. Es a prueba de salpicaduras (IPX3) y resistente a los golpes. El dispositivo está equipado con un sensor de movimiento para proporcionar la máxima duración de la batería. Los empleados pueden marcar su ubicación con la clave de PDI. Puede rastrear las pistas grabadas en un intervalo de un segundo de muestreo en los mapas de Google Earth con la ayuda de un software fácil de usar.

Las principales características son: admite dos sistemas de satélite GPS y GLONASS

Memoria de 64Mbit, compatible con Bluetooth Smart (BT4.0) LNS (para la conexión a BT4.0 se requiere el desarrollo de la aplicación LNS. Aplicación no incluida), puede grabar hasta 250,000 puntos de referencia, el intervalo de registro se puede establecer por tiempo, distancia y velocidad, admite registro de 5Hz para aplicaciones de alta velocidad, modo móvil: al arrancar / parar el motor, la unidad se activa o desactiva, protección contra sobretensiones con suministro de energía permanente en el automóvil, el sensor de aceleración para el ahorro de energía inteligente, tiempo de funcionamiento de más de 35 horas y 700 horas de modo de suspensión, retroalimentación de vibración para la confirmación de POI, IPX3 impermeable (protección contra salpicaduras) y es a prueba de golpes (caída libre de 1,5 metros).



Bluetooth
4.0

Figura 3.4 GPS Recorder GL-770

Fuente: (Ebay, 2016,pag 54)

3.4.2 Selección de equipos y dispositivo para obtención del consumo instantáneo

Para realizar la recolección de datos del consumo instantáneo del vehículo, en primera instancia se elige el caudalímetro ultrasónico Grill, es un sofisticado medidor de flujo de combustible, él cual es compacto, liviano y está diseñado para soportar niveles extremos de vibración y temperatura, utiliza tecnología comprobada de medición de flujo ultrasónico para detectar tasas de flujo de combustible bidireccional de hasta 8,000 ml / min. El medidor de flujo de combustible es capaz de monitorear el flujo de combustible transitorio y constante, la dirección del flujo, la temperatura del combustible y el uso acumulativo de combustible.

Sin partes móviles mecánicas dentro de la trayectoria del flujo, la caída de presión se minimiza proporcionando datos de velocidad de flujo reales con poco impacto en el flujo de combustible mismo. Con una plataforma electrónica recientemente desarrollada, que integra la última tecnología, el medidor es capaz de medir la tasa de flujo de combustible a 2 kHz. El medidor de flujo de combustible ultrasónico ha sido diseñado para usarse con todos los tipos de combustible, incluidos el petróleo, la gasolina, el diésel y las mezclas agresivas de etanol.

Este medidor de la Figura 3.5 ha sido certificado por la FIA para su uso en la Fórmula 1 2016/17 y el Campeonato Mundial de resistencia (WEC). (Controls, 2017).



Figura 3.5 Flujómetro ultrasónico de la FIA

Fuente: (Controls, 2017, pag 65)

En el presente trabajo se descartó el uso del flujómetro ultrasónico Grill de la FIA, debido a que el costo individual es de \$8 451 dólares americanos, también se observa que no existe apoyo por parte de los conductores de taxis para la instalación de este dispositivo en sus vehículos, ya que es algo delicado para ellos que manipulen los motores terceras personas según sus manifestaciones; por ello no se realiza la compra del dispositivo antes mencionado. En vista a este inconveniente se aplica una metodología propuesta en un estudio de flujo de combustible en buses urbanos realizado por (Rosero F, págs. 1-22) en base a los resultados obtenidos en un artículo científico realizado en china por (H.Y. Tong W. H., 2011, págs. 1-13), el cual consiste en la toma de datos del consumo de combustible por medio de un ajuste de ecuaciones y un procedimiento práctico en donde se requiere el uso de equipos con los cuales se puede medir el volumen de combustible al finalizar cada una de las pruebas que se realizan y obtener un consumo promedio de combustible en unidades de mililitros. Estos equipos de medición son: jeringas de inyección y aspiración de tres cuerpos (5, 10, 20, 50 y 60ml), dos tanques porta combustible de 1gl c/u, embudo mediano y embudo grande de plástico con filtro, bayoneta medidora de nivel de combustible y dos probetas de plástico de 50ml y 100ml.

Para poder complementar los equipos nombrados anteriormente para la toma de los datos del consumo instantáneo del combustible se selecciona la Aplicación GPS Speed, esta aplicación permite rastrear la ubicación del vehículo por medio del GPS del teléfono celular. GPS Speed registra la velocidad, distancia, tiempo, lugar, tiempo de inicio, tiempo transcurrido, velocidad promedio, velocidad máxima y altitud en un intervalo de un segundo. Esta aplicación que se la puede encontrar en play store para los teléfonos celulares con sistema Android, con la ayuda de esta aplicación se puede seguir un control del tipo de conducción del conductor del taxi, puesto a que brinda la información de la velocidad en una trayectoria, desde el inicio hasta el final. Este programa ha permitido adaptar a la escala necesaria para que exista una toma de datos más precisa para el estudio, una vez que se ha tomado los datos, estos se guardan automáticamente en el celular en donde se encuentra instalada esta aplicación. Aquí se puede ver la trayectoria y su velocidad respectiva a cada instante tomado en todo ese transcurso; guarda la información de todo el recorrido y la forma de la pista en donde se ha realizado la prueba, se puede cambiar entre el modo analógico y un velocímetro digital, entre las unidades de mph o km/h, se muestra el estado de los satélites de pantalla, las tablas de velocidad, la integración del mapa ayuda a obtener su ubicación como se aprecia en la figura 3.6:



Figura 3.6 Presentación del programa gps speed

Fuente: (PlayStore, s.f., 2010,pag 33)

3.5 Procedimiento para el levantamiento de datos

Para realizar el levantamiento de datos de este estudio se sigue varios pasos los cuales se despliegan a continuación:

3.5.1 Cálculo del número de seguimientos

Para realizar el cálculo de la muestra se toma en consideración el número de población (N) el total de taxis ejecutivos y convencionales se inicia con un total de 779 unidades entre los cinco modelos más utilizados para este servicio, de las cuales se toma un índice de error del 0.05%, un nivel de confianza de 1.96 el cual es el 95% y la probabilidad de que suceda o no es del 0.5, tal como se detalla en la Tabla 3.9 y resuelto en la Ec. 3.1.

Tabla 3.9 Datos del cálculo de la muestra

Datos:	Valor
E = Error	0,05
Z = Nivel de confianza	1,96
N = Población	779
σ^2 = Probabilidad de que suceda el evento	0,5
n = Muestra	Tamaño de la muestra

Fuente: (Alfredo Martínez Almécija, 2004,pag 43)

$$n = \frac{N * \sigma^2 Z^2}{(N - 1) * E^2 + \sigma^2 * Z^2} \quad [\text{Ec. 3.1}]$$

$$n = \frac{779 * (0.5)^2 * (1.96)^2}{(779 - 1) * (0.05)^2 + (0.5)^2 * (1.96)^2}$$

$$n = \frac{748.15}{2.9054}$$

$$n = 257 \text{ Taxis}$$

Al obtener el resultado final del cálculo del tamaño de la muestra, se tiene la conclusión de que se es necesario realizar a un total de 257 taxis, un seguimiento por taxi, mismos que están distribuidos entre los cinco modelos seleccionados de una población de 779 taxis.

Las consideraciones que se debe tomar para realizar los seguimientos son: la experiencia del señor chofer ya que no todos han trabajado de taxistas durante el mismo período de sus vidas; edad del conductor, con lo que se tiene las variaciones de estados de conducción por edades, estas se encuentran agrupadas de 20 a 30 años, de 31 a 40 años, de 41 a 50 años, de 51 a 60 años y de 60 en adelante; tipo de servicio del taxi, el cual verifica quién de las dos entidades presta más servicio a la comunidad; modelo del vehículo, para tomar en cuenta el más utilizado como taxi; densidad del combustible (d), permite realizar los cálculos de consumo; volumen del combustible consumido (ml), brinda el valor de las pruebas piloto con los cuales se puede llegar a conocer más valores como la masa del combustible (mc), caudal de combustible (Q) y sus respectivos estados de conducción (%).

En base al rango la edad de cada conductor con su respectivo modelo de auto se procede a calcular el número de taxis a seguir, para ello se utiliza una regla de tres según la cantidad de autos y edades de cada marca, el resultado en total es de 195 taxis convencionales y 62 taxis ejecutivos que se detallan en la siguiente tabla, con lo cual se procede a realizar los seguimientos.

En la tabla 3.10 se observa la muestra de taxis convencionales, este se encuentra detallado con el número de unidades de taxis a seguir de acuerdo con cada marca, modelo y en cada tipo de servicio que existe en la ciudad de Ibarra en función a las edades de los conductores. Se tiene que los vehículos de los modelos más utilizados para este trabajo ocupan un porcentaje del 62.57 % de la flota de taxis; el vehículo que demuestra mayor número de adquisiciones es el modelo nissan sentra con un total de 247 unidades, seguido del hyundai accent con 177 unidades, en tercer lugar el chevrolet aveo activo con 137 unidades, en penúltimo lugar el vehículo kia rio xcite con 129 unidades y finalmente se tiene al chevrolet chevy taxi con 94 unidades; estos modelos de vehículos entran en un rango de año de fabricación que varía entre el 2007 y el 2012.

Todo esto se puede apreciar en la tabla 3.10:

Tabla 3.10 Muestra de taxis convencionales

Modelo	Edades	CONVENCIONALES 594			EJECUTIVOS 185		
		Total	Unidades	Seguimientos	Total	Unidades	Seguimientos
Nissan Sentra	20-30	236	15	5	11	0	0
	31-40		38	13		5	2
	41-50		79	26		5	3
	51-60		60	20		0	0
	Mayores de 60		44	15		1	0
Chevrolet Aveo Activo	20-30	44	2	1	93	4	2
	31-40		10	3		28	10
	41-50		23	7		27	9
	51-60		9	3		20	7
	Mayores de 60		0	0		14	5
Hyundai Accent	20-30	159	9	3	18	1	0
	31-40		30	10		6	2
	41-50		53	18		9	3
	51-60		37	12		1	0
	Mayores de 60		30	10		1	0
Chevrolet Chevy Taxi	20-30	89	8	2	5	1	0
	31-40		15	5		0	0
	41-50		21	6		2	0
	51-60		26	8		1	0
	Mayores de 60		14	4		1	0
Kia Rio Xcite	20-30	71	5	2	58	4	1
	31-40		20	6		18	6
	41-50		24	8		17	6
	51-60		18	6		15	5
	Mayores de 60		4	1		4	1

Las consideraciones que se debe tomar para realizar los seguimientos son: la experiencia del señor chofer ya que no todos han trabajado de taxistas durante el mismo período de sus vidas; edad del conductor, con lo que se tiene las variaciones de estados de conducción por edades, estas se encuentran agrupadas de 20 a 30 años, de 31 a 40 años, de 41 a 50 años, de 51 a 60 años y de 60 en adelante; tipo de servicio del taxi, el cual verifica quién de las dos entidades presta más servicio a la comunidad; modelo del vehículo, para tomar en cuenta el más utilizado como taxi; densidad del combustible (d), permite realizar los cálculos de consumo; volumen del combustible consumido (ml), brinda el valor de las pruebas piloto con los cuales se puede llegar a conocer más valores como la masa del combustible (m_c), flujo volumétrico de combustible (Q), caudal másico de combustible (\dot{m}) y sus respectivos estados de conducción (%).

3.5.2 Levantamiento de seguimientos

Se procede a la toma de muestras en taxis en su labor de cinco horas, para ello se usa el dispositivo GSP Recorder GL-770 y la colaboración de los conductores de los taxis que cumplan con las características de los modelos seleccionados para este estudio.



Figura 3.7 Entrega del GPS recorder a conductor del taxi

Los GPS son entregados a nueve conductores de taxis individualmente, según las condiciones deseadas en la parada de cada cooperativa, tal y como se puede observar en la Figura 3.7, los cuales no tienen conexión alguna con el vehículo, se informa a los conductores que los GPS sean ubicados en la mitad de su vehículo para evitar pérdida de conexión con el satélite, los conductores colaboran con el almacenamiento de su recorrido por cinco horas a ritmo normal de trabajo, en los cuales contienen horas pico y punta, se toma en consideración que los horarios de congestión vehicular u hora pico es de: 06:30 a 07:30, de 12:30 a 13:30 y de 17:30 a 18:30; una vez culminado el tiempo de seguimiento requerido se procede a retirar los GPS para luego guardar la información en un ordenador. También se puede observar en la Figura 3.8 la ruta que han tenido según su labor diario.

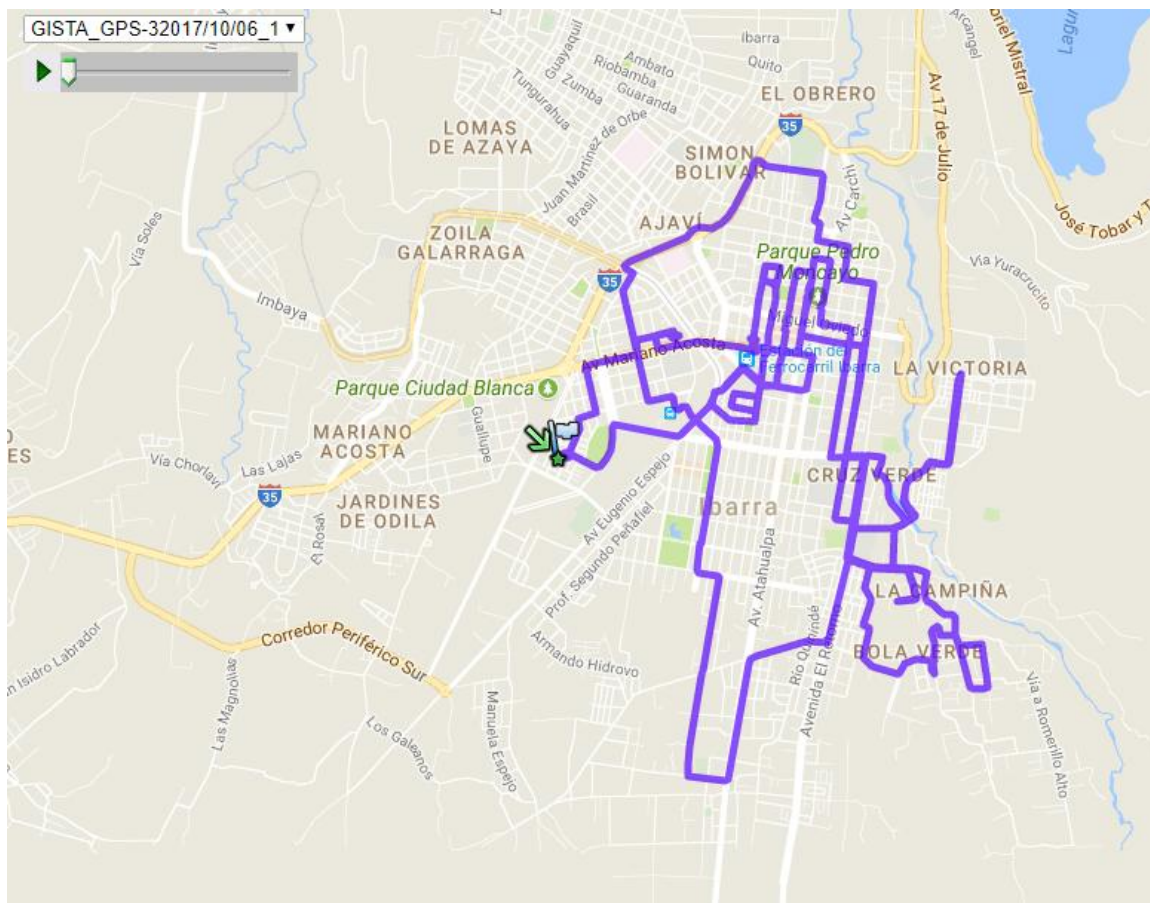


Figura 3.8 Recorrido de un taxi en cinco horas mostrado desde google earth

3.5.3 Obtención de consumo instantáneo

A continuación se detallan los pasos para la obtención del consumo instantáneo estimado de combustible en los modelos de vehículos seleccionados para este estudio, para ello se procede a realizar tres diferentes pruebas para determinar los consumos estimados en cada una de las etapas de la conducción, tales como: velocidad crucero, etapa de ralentí y aceleración y desaceleración.

3.5.3.1 Estimación de consumo en etapa de crucero

En primera instancia se calcula los datos del consumo instantáneo del vehículo en modo crucero (**mc**), la prueba se realiza en el autódromo de Yahuarcocha, la cual tiene una distancia total de 10km, al iniciar la prueba el auto debe tener el tanque de combustible lleno en toda su capacidad, seguido se pone en marcha el motor por un tiempo de treinta minutos de monitoreo, con una velocidad constante de 40 km/h, en donde se llega a recorrer dos vueltas la pista o una distancia de 20km. Una vez terminado el recorrido definido, se detiene y apaga el motor, se vuelve a llenar el tanque para determinar el combustible que se ha

consumido, para ello se utiliza una jeringa de tres cuerpos, un galón lleno de combustible, este es medido con probetas para tener una mejor apreciación de los volúmenes.

3.5.3.2 Estimación de consumo en etapa de ralentí

En segunda instancia se procede a calcular el consumo de combustible en estado de ralentí (**ñr**), en donde se debe encender el vehículo y mantener un régimen de giro de 750 rpm aproximadamente durante treinta minutos; una vez culminado este tiempo se debe realizar el mismo método de llenado del tanque con las jeringas para saber el volumen consumido durante ese tiempo en esa prueba. Tal como se puede observar en la Figura 3.9.



Figura 3.9 Estimación de consumo instantáneo en hyundai accent

3.5.3.3 Estimación de consumo en etapa de aceleración y desaceleración

En tercera instancia se inicia con las pruebas piloto de cada uno de los modelos seleccionados, que consta de una hora de trabajo normal de un taxi, este es obtenido a partir de la aplicación GPS Speed, mismo que con el archivo generado permite establecer los estados de marcha de los vehículos; la prueba empieza con el tanque completamente lleno, seguido el taxi labora normalmente durante una hora dentro de la ciudad de Ibarra, al final

del seguimiento se vuelve a completar el tanque de combustible para estimar el valor total de combustible consumido durante la prueba.

Una vez obtenidos los valores de consumo y los valores cinemáticos de la prueba piloto, se aplica las ecuaciones demostradas más adelante para poder encontrar el consumo instantáneo en el estado de aceleración (**ma**) y desaceleración (**md**), ambos valores expresados como caudal másico en las unidades de miligramos sobre segundo (**mg/seg**). Para llegar a estos datos se debe aplicar la relación bibliográfica existente entre el consumo de la aceleración y la desaceleración, la cual es extraída del artículo (H.Y. Tong W. H., 2011), el cual indica que dividiendo los valores de aceleración y desaceleración de un Passenger Car (vehículo de pasajeros) tal como se presenta en la Figura 3.10, el cual da un valor de 2.21 pu:

Driving Mode		Modal Emission Rate (mg/sec)				
		CO	HC	NO _x	Soot	Fuel
Passenger Car	Acceleration	9.54	0.69	0.62	—	62.62
	Cruising	9.15	0.49	0.77	—	39.10
	Deceleration	9.96	0.58	0.69	—	28.11
	Idling	2.99	0.36	0.14	—	18.11

Figura 3.10 Datos referenciales para los consumos

Fuente: (Tong-Hung-Cheung, 2014,pag 24)

Todo lo mencionado anteriormente se aplica para los cinco modelos de vehículos seleccionados, a los cuales se debe emplear las ecuaciones requeridas para obtener los valores de los consumos instantáneos en cada uno de los estados en la marcha del vehículo.

3.5.4 Estimación del consumo promedio

Para estimar el consumo promedio de combustible en los taxis, se aplica las encuestas como se indica en la Figura 3.11 con los parámetros ya detallados anteriormente como lo es el kilometraje diario recorrido y el consumo de combustible en dólares [\$], dicha información que al aplicar las ecuaciones permite llegar apreciar la eficiencia de los modelos de taxis preseleccionados, están expresados en los kilómetros que rinde por cada galón que consume dicho modelo.

Todo esto antes mencionado se hace con el fin de tener una idea aproximada a lo que los señores conductores realizan semanalmente en cuanto a la eficiencia de su vehículo que está al servicio de la comunidad ibarreña.

Se aprecia los datos requeridos en la encuesta a continuación en la Figura 3.11 donde se mira una encuesta ya resuelta por un señor taxista.

<div> <div>Edad 53 años</div> <div>Modelo del carro 2009</div> <div>Motor 1.4</div> </div>					
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE					
FICA					
INGENIERIA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ					
Día	Experiencia del conductor	Kilometraje inicial	Kilometraje Final	Consumo de combustible en \$	Tipo de combustible
1	Lic. Tipo E 13 años	508514	508750	11.00	Extra
2		509535	509696	7.27	"
3		509696	509916	7.05	"
4		509916	510158	7.58	"
5		510158	510350	7.36	"
6		510350	510570	10.00	"
7		510570	510830	12.00	"

Figura 3.11 Datos de encuesta

3.6 Cálculo de variables y parámetros

Para poder realizar los cálculos necesarios acerca de las variables y parámetros del vehículo, se debe organizar todos los datos referentes a las pruebas realizadas, se aplica varias ecuaciones las cuales son necesarias para poder tener los datos en las unidades que se requiere para seguir con el tratamiento de datos.

3.6.1 Cálculo de variables cinemáticas del vehículo

Para el cálculo de las variables de la cinemática del vehículo se debe recordar que ambos gps brindan los valores en un formato similar, es decir que las ecuaciones a usarse sirven para ambos casos, tanto para las pruebas piloto realizadas con la aplicación gps speed y para los seguimientos en donde se usa el gps recorder GL-770, ya que ambos dispositivos nos brindan el dato de muestreo cada un segundo.

Para el caso de las pruebas piloto, una vez terminada la prueba se procede a descargar los datos a un ordenador por medio de un USB, mismo que brinda un total de 36000 datos por prueba, los cuales son necesarios para poder realizar los cálculos a detallar:

3.6.1.1 Velocidad

Dado a que la aplicación GPS speed genera datos con un intervalo de un segundo, las unidades son expresadas en m/s, para lo cual se debe realizar una conversión de unidades a km/h, donde se obtiene el factor de conversión que es igual a 3.6 km/h, valor que se debe multiplicar a todos los valores de velocidad obtenida de dicha aplicación.

Tabla 3.11 Datos ilustrados de GPS speed

Hora	Intervalo	Velocidad [m/seg]	Velocidad [km/h]	Distancia[m]	Aceleración [m/s ²]
13:32:05	0:00:00	0	0	0	0
13:32:52	0:00:01	0	0	0	0
13:32:53	0:00:01	0	0	0	0
13:32:54	0:00:01	0	0	0	0
13:32:55	0:00:01	0	0	0	0
13:32:56	0:00:01	0	0	0	0
13:32:57	0:00:01	0	0	0	0
13:32:58	0:00:01	0	0	0	0
13:32:59	0:00:01	0	0	0	0
13:33:00	0:00:01	0	0	0	0
13:33:01	0:00:01	0	0	0	0
13:33:02	0:00:01	0	0	0	0
13:33:03	0:00:01	0	0	0	0
13:33:04	0:00:01	1,76	6,34	8,76	1,76
13:33:05	0:00:01	0	0	8,76	-1,76
13:33:06	0:00:01	1,94	6,99	14,97	1,94
13:33:07	0:00:01	1,94	7,01	17,84	0
13:33:08	0:00:01	2,03	7,33	21,09	0,08

En la Tabla 3.11 se muestran los valores que se extraen de la aplicación los cuales cuentan con las unidades requeridas para los cálculos a seguir; luego de eso es donde se obtiene la aceleración mediante la fórmula de MRUV, la cual indica que la variación entre velocidades, es decir, se resta la velocidad inicial de la final y el resultado se divide para la diferencia entre el tiempo final y el tiempo inicial de dichas velocidades. A continuación, se logra estimar la estructura de la fórmula Ec3.2:

$$a \text{ [m/s}^2\text{]} = \frac{V_f - V_o}{T_f - T_o} \quad [\text{Ec. 3.2}]$$

Fuente: (Vallejo Patricio, 2009,pag 33)

Donde:

a = Aceleración [m/s²]

V_o = Velocidad inicial [m/s]

V_f = Velocidad final [m/s]

T_o = Tiempo inicial [s]

T_f = Tiempo final [s]

Una vez obtenidos los valores en las unidades necesarias a usarse, se establece condiciones en función de la aceleración y la velocidad, dando el caso de que cumpla a la condición dada marque el valor de uno y las demás debe marcar cero; ya obtenidos los valores de cero y uno se hace un promedio para cada estado del vehículo dando así el porcentaje de cada estado.

- Condiciones para los estados de conducción**
- *Ralentí*: $(v \leq 2\text{km/h}) \& (a = 0\text{m/s}^2)$
 - *Crucero*: $(-0.1\text{m/s}^2 < a < 0.1\text{m/s}^2) \& (v > 2\text{km/h})$
 - *Aceleración*: $(a \geq 0.1\text{m/s}^2) \& (v > 2\text{km/h})$
 - *Desaceleración*: $(v > 2\text{km/h}) \& (a \leq 0.1\text{m/s}^2)$

Figura 3.12 Condiciones para los estados de conducción

(H.Y. Tong W. H., 2011, pag 23)

Con la obtención de las condiciones de la Figura 3.12 se procede a establecer las siguientes fórmulas para el software de Excel 2013; a continuación se ejecuta en cada archivo obtenido los mismos pasos, las cuales se detallan a continuación para cada etapa de la conducción:

3.6.1.2 Estado de ralentí

Se considera cuando el resultado que brinda la fórmula cumpla la condición que dice: si el valor de la velocidad (km/h) es menor o igual a dos (km/h), la aceleración (m/s^2) sea igual a cero; el estado se considera ralentí, como se detalla en la Figura 3.13:

$$f_x \parallel =(SI(E6 \leq 2; SI(G6 = 0; 1; 0); 0))$$

Figura 3.13 Fórmula de excel para el ciclo de ralentí

3.6.1.3 Estado de crucero

Para este estado se toma en consideración la variante de $\pm 0,1(\text{m/s}^2)$ para la aceleración, con el cual se considera si es un valor constante o no; la primera condición establece que: el valor de la aceleración sea mayor de $0,1(\text{m/s}^2)$; la segunda consideración es que el valor de la aceleración sea menor a $0,1(\text{m/s}^2)$ y la tercera condición establece que: la columna de velocidad(km/h) es mayor o menor a cero, es decir que la velocidad debe ser igual a cero; el resultado es considerado como crucero, este se detalla en la Figura 3.14.

$$f_x \parallel =SI(Y(SI(G7 > 0,1; 1; 0); SI(G7 < 0,1; 1; 0); SI(E7 < 0; 1; 0))=VERDADERO; 1; 0)$$

Figura 3.14 Fórmula de excel para el ciclo de crucero

3.6.1.4 Estado de aceleración

La condición que debe cumplirse para este estado es que: el valor de la columna de la aceleración debe ser mayor o igual a $0,1(m/s^2)$ y el valor de la columna de ralentí debe ser igual a cero (no debe existir velocidad alguna); el resultado es considerado aceleración, el cual se detalla a continuación en la Figura 3.15.

$$f_x \parallel =SI(H7=0;SI(G7>=0,1;1;0);0)$$

Figura 3.15 Fórmula de excel para el ciclo de aceleración

3.6.1.5 Estado de desaceleración

Se dice en la fórmula que la condición es: que el valor de la columna de ralentí sea igual a cero (no debe existir velocidad alguna) y el valor de la columna de la aceleración debe ser menor o igual a $-0,1(m/s^2)$; el resultado se considera como una desaceleración, tal y como se observa en la Figura 3.16.

$$f_x \parallel =SI(H7=0;SI(G7<=-0,1;1;0);0)$$

Figura 3.16 Fórmula de excel para el ciclo de desaceleración

Una vez encontrado el valor de los estados de marcha del vehículo, se consigue sacar un promedio de: ralentí, crucero, aceleración y de desaceleración; con ello se consigue conocer los porcentajes y el tiempo en que ha estado en cada etapa.

Para el caso de los seguimientos de los 257 taxis, una vez de culminado el tiempo de muestreo se retiran los dispositivos gps, luego se transfieren los datos a un ordenador para ser almacenados, estos archivos se guardan como archivo de texto o csv para luego abrir los archivos desde el programa Microsoft Excel 2013 de 64 bits (se usa esta versión debido a que dispone de una mayor memoria virtual para el tratamiento de datos), los cuales brindan un total de 18000 valores almacenados durante las cinco horas de muestreo; al terminar esto se formatea el dispositivo para poder realizar más seguimientos, se repite este procedimiento para todos los taxis a seguir.

En la Tabla 3.12 se encuentra detallado la hora de la toma de datos, el intervalo en el que es tomado el valor, la velocidad en (m/s) y (km/h), la distancia (m), la aceleración en (m/s^2), las etapas de la conducción que son: ralentí, aceleración, desaceleración y crucero; formato que se tiene para todos los archivos que se descargan del dispositivo gps.

Tabla 3.12 Porcentajes de estados de conducción

Hora	Inter	Vel. (m/seg)	Vel. (km/h)	Dist. (m)	Aceleración (m/s ²)	Ral.	Acel.	Desacel.	Crucero
						0,33	0,25	0,24	0,17
13:32:51	0:00:00	0	0	0	0	1	0	0	0
13:32:52	0:00:01	0	0	0	0	1	0	0	0
13:32:53	0:00:01	0	0	0	0	1	0	0	0
13:32:54	0:00:01	0	0	0	0	1	0	0	0
13:32:55	0:00:01	0	0	0	0	1	0	0	0
13:32:56	0:00:01	0	0	0	0	1	0	0	0
13:32:57	0:00:01	0	0	0	0	1	0	0	0
13:32:58	0:00:01	0	0	0	0	1	0	0	0
13:32:59	0:00:01	0	0	0	0	1	0	0	0
13:33:00	0:00:01	0	0	0	0	1	0	0	0
13:33:01	0:00:01	0	0	0	0	1	0	0	0
13:33:02	0:00:01	0	0	0	0	1	0	0	0
13:33:03	0:00:01	0	0	0	0	1	0	0	0
13:33:04	0:00:01	1,76	6,34	8,76	1,76	0	1	0	0
13:33:05	0:00:01	0	0	8,76	-1,76	0	0	1	0
13:33:06	0:00:01	1,94	7	14,98	1,94	0	1	0	0
13:33:07	0:00:01	1,95	7,02	17,85	0,01	0	0	0	1
13:33:08	0:00:01	2,04	7,33	21,1	0,09	0	0	0	1
13:33:09	0:00:01	2,12	7,63	24,26	0,08	0	0	0	1
13:33:10	0:00:01	2,21	7,94	27,35	0,09	0	0	0	1
13:33:11	0:00:01	2,39	8,6	30,83	0,18	0	1	0	0
13:33:12	0:00:01	2,59	9,32	34,73	0,2	0	1	0	0
13:33:13	0:00:01	2,84	10,22	39,23	0,25	0	1	0	0
13:33:14	0:00:01	3,04	10,95	43,95	0,2	0	1	0	0
13:33:15	0:00:01	3,28	11,81	49,33	0,24	0	1	0	0

Este dispositivo brinda la factibilidad de poder presentar los datos almacenados a través de Google Earth o por el software TSI transystem.inc versión 1.3, la cual expresa los datos como se muestra en la Figura 3.17:

Para este punto se procede a realizar una depuración de datos que consiste en eliminar datos de ralenti que pasen de los cinco minutos para que estos no marquen valores erróneos y evitar problemas en los estados de conducción; luego de la depuración de datos se hace un documento general el cual contenga todos los 257 seguimientos, con esto se puede crear archivos vinculados para realizar promedios con condiciones requeridas en el estudio.

Luego de haber depurado todos los archivos de cada uno de los seguimientos, se procede a realizar los cálculos ya antes mencionados para llegar a estimar los consumos.

Track Name	Start Time	End Time	Duration	Total Distance
Track2010/04/27_15:04	2010/4/27 下午 03:04:37	2010/4/27 下午 03:13:17	0 Days 00:08:40	1.0 km
Track2010/04/27_13:01	2010/4/27 下午 01:01:21	2010/4/27 下午 01:01:25	0 Days 00:00:04	26 m
Track2010/04/27_12:51	2010/4/27 下午 12:51:13	2010/4/27 下午 12:56:13	0 Days 00:05:00	142 m
Track2010/04/27_12:47	2010/4/27 下午 12:47:32	2010/4/27 下午 12:48:07	0 Days 00:00:35	73 m
Track2010/04/27_12:41	2010/4/27 下午 12:41:16	2010/4/27 下午 12:42:07	0 Days 00:00:51	87 m

Index	Date/Time	millis...	Speed	Distance	Latitude	Longitude	Altitude
1	2010/4/27 下午 03:04:37	000	0.2 km/h	0 m	24.772105°	121.017546°	159 m
2	2010/4/27 下午 03:04:38	000	0.1 km/h	0 m	24.772091°	121.017556°	161 m
3	2010/4/27 下午 03:04:39	000	0.2 km/h	1 m	24.772091°	121.017550°	159 m
4	2010/4/27 下午 03:04:40	000	0.6 km/h	2 m	24.772091°	121.017549°	159 m
5	2010/4/27 下午 03:04:41	000	0.6 km/h	2 m	24.772091°	121.017551°	159 m
6	2010/4/27 下午 03:04:42	000	0.5 km/h	2 m	24.772091°	121.017553°	159 m
7	2010/4/27 下午 03:04:43	000	0.5 km/h	3 m	24.772092°	121.017554°	159 m
8	2010/4/27 下午 03:04:44	000	0.7 km/h	3 m	24.772092°	121.017557°	159 m
9	2010/4/27 下午 03:04:45	000	1.0 km/h	3 m	24.772093°	121.017558°	159 m
10	2010/4/27 下午 03:04:46	000	1.3 km/h	3 m	24.772093°	121.017562°	159 m
11	2010/4/27 下午 03:04:47	000	1.3 km/h	3 m	24.772093°	121.017566°	159 m

Figura 3.17 Visualización de información recibida del GPS Recorder GL-770

Fuente: GPS Recorder GL-770,2011, pag 24

3.6.2 Cálculo del consumo instantáneo

La estimación del consumo instantáneo se procede a realizar cálculos en cada una de las diferentes etapas de la conducción, se usa varias ecuaciones que se encuentran y se obtienen del artículo científico de (Rosero F, 2017, pág. 1-22), las que permite aplicar el método matemático para poder estimar el consumo instantáneo en cada estado de la conducción vehicular.

3.6.2.1 Consumo instantáneo en crucero

Un valor necesario en este estudio es el flujo volumétrico (**Qc**) expresado en la unidad de mililitros sobre segundos [**ml/seg**], para ello se usa la ecuación que nos brinda (Rosero F, 2017), la cual nos dice que se divide la variación de volumen de combustible en la prueba de crucero dividido para la variación del tiempo de prueba:

$$Q_c \text{ [ml/seg]} = \frac{\Delta V_c}{\Delta t} \quad [\text{Ec. 3.3}]$$

Donde:

Q_c = Flujo volumétrico en la prueba de crucero [ml/s]

ΔV_c = Variación de volumen consumido en la prueba de crucero [ml]

Δt = Variación de tiempo [s]

El consumo instantáneo de combustible del vehículo (**$\dot{m}I_c$**) en velocidad crucero debe ser expresada en las unidades de miligramos sobre segundo, tal valor se estima a partir de la siguiente formula:

$$\dot{m}I_c [\text{mg/seg}] = Q_c * d_g * 1000 \quad [\text{Ec. 3.4}]$$

Donde:

$\dot{m}I_c$ = Consumo instantáneo másico de la prueba crucero [mg/seg]

Q_c = Flujo volumétrico en la prueba de crucero [ml/seg]

d_g = Densidad de la gasolina (0,68 g/ml)

Tabla 3.13 Datos de consumo instantáneo en crucero

DATOS CRUCERO						
Tiempo [seg]	Distancia [km]	Volumen [ml]	Densidad [g/ml]	Masa [g]	Flujo [ml/seg]	Caudal [mg/seg]
1800	20411,744	720	0,68	489,6	400	272

En la Tabla 3.13 se expresa los datos ya con sus unidades respectivas con respecto a lo que es el consumo instantáneo de combustible en la permanencia de velocidad crucero.

3.6.2.2 Consumo instantáneo en ralentí

Para encontrar el consumo en ralentí, se aplica los mismos procedimientos y las mismas ecuaciones que se usa en el consumo del estado de crucero y así estimar el consumo promedio en la unidad de medida del caudal en miligramos sobre segundo:

$$Q_r [\text{ml/seg}] = \frac{\Delta V_r}{\Delta t} \quad [\text{Ec. 3.5}]$$

Donde:

Q_r = Flujo volumétrico en la prueba de ralentí [ml/seg]

ΔV_r = Variación de volumen consumido en la prueba de ralentí [ml]

Δt = Variación del tiempo [s]

El consumo instantáneo de combustible del vehículo (**$\dot{m}I_r$**) en el estado de ralentí debe ser expresado en las unidades de miligramos sobre segundo [mg/seg], tal valor se estima a partir de la siguiente fórmula:

$$\dot{m}I_r[\text{mg/seg}] = Qr * d_g * 1000 \quad [\text{Ec. 3.6}]$$

Donde:

$\dot{m}I_r$ = Consumo instantáneo másico de la prueba ralenti [mg/s]

Qr = Flujo volumétrico en la prueba de ralenti [ml/s]

d_g = Densidad de la gasolina [0,68 g/ml]

Tabla 3.14 Datos de consumo instantáneo en ralenti

DATOS RALENTI						
Tiempo [seg]	Distancia [km]	Volumen [ml]	Densidad [g/cc]	Masa [g]	Flujo [ml/seg]	Caudal [mg/seg]
1800	0	330	0,68	224,4	183,33	124,67

3.6.2.3 Consumo instantáneo en aceleración y desaceleración

Una vez que se haya obtenido todos los datos nombrados anteriormente, se ejecuta las operaciones necesarias para encontrar los consumos promedios para los estados de aceleración y desaceleración respectivamente, para ello se parte de la ecuación 3.7.

$$\dot{m}_R * t * \%_R + \dot{m}_C * t * \%_C + \dot{m}_A * t * \%_A + \dot{m}_D * t * \%_D = C_C \quad [\text{Ec. 3.7}]$$

Donde:

\dot{m}_R = Caudal másico en ralenti [mg/s]

\dot{m}_C = Caudal másico en crucero [mg/s]

\dot{m}_A = Caudal másico en aceleración [mg/s]

\dot{m}_{DA} = Caudal másico en desaceleración [mg/s]

$\%_R$ = Porcentaje ralenti [%]

$\%_C$ = Porcentaje crucero [%]

$\%_A$ = Porcentaje aceleración [%]

$\%_D$ = Porcentaje desaceleración [%]

t = Tiempo [s]

C_C = Consumo_{combustible} [mg]

Para realizar todo esto se toma en consideración la variante de 2,21 que está dentro del artículo titulado “On-Road-Motor-Vehicle-Emissions-and-Fuel-Consumption” (Tong-Hung-Cheung, 2014, pág. 10), en donde establece que la relación existente entre la

aceleración y la desaceleración es de 2,21, es decir, la aceleración es 2,21 veces la desaceleración.

$$\dot{m}_D [\text{mg/seg}] = \frac{\dot{m}_A}{2.21} \quad [\text{Ec. 3.8}]$$

Debido a que en la ecuación 3.7 se tiene dos incógnitas, se debe reemplazar la ecuación 3.8 en la misma, una vez despejada la incógnita de caudal másico \dot{m} [mg/s] de la aceleración, dando como resultado la siguiente fórmula:

$$\dot{m}_A [\text{mg/seg}] = \frac{2.21[C_C - (\dot{m}_R * t * \%_R) - (\dot{m}_C * t * \%_C)]}{t(2.21 * \%_A + \%_D)} \quad [\text{Ec. 3.9}]$$

Donde:

C_C = Consumo_{combustible} [mg]

\dot{m}_R = Caudal ralenti [mg/s]

\dot{m}_C = Caudal crucero [mg/s]

\dot{m}_A = Caudal aceleración [mg/s]

$\%_R$ = Porcentaje ralenti [%]

$\%_C$ = Porcentaje crucero [%]

$\%_A$ = Porcentaje aceleración [%]

$\%_D$ = Porcentaje desaceleración [%]

t = Tiempo [s]

Una vez obtenido el valor de “ Q_A ”, se procede a reemplazar este dato en la relación mencionada anteriormente en la ecuación 3.8 para obtener el valor restante del caudal másico del estado de desaceleración (\dot{m}_D)

Una vez realizado todo lo antes descrito, se procede a iniciar el cálculo del consumo de combustible para cada uno de los 257 archivos de seguimientos realizados, mediante el uso del dispositivo GPS ubicado en los taxis, esto se puede visualizar por medio de la siguiente Figura 3.7; el cálculo de obtención del consumo promedio realizado por el taxi dentro de las cinco horas de seguimiento en donde consta una labor normal de un taxista dentro de la ciudad constando las horas normales de trabajo común y corriente, con esto se obtiene la

Tabla 3.15 base de datos de cada seguimiento de los 257 taxis obtenidos en la muestra calculada anteriormente.

La tabla base consta de datos principales y necesarios para poder realizar el análisis de todo este estudio a realizar.

Tabla 3.15 Base de datos

Servicio	Vehículo	Distancia (m)	Tiempo inicio	Tiempo fin	Tiempo (s)	Edad	Duración
Conv.	Accent	49600	16:20:39	20:35:12	15273	22 años	4:14:33
Intervalo	Velocidad media	Velocidad máxima	Volumen (ml)	Densidad (g/ml)	Masa (mg)	Flujo (ml/seg)	Caudal (mg/seg)
0:00:01	13,839	79,914	4890	0,68	3325	320,19	217,729
Ralentí		Aceleración		Desaceleración		Crucero	
18%		31%		31%		19%	

3.6.3 Consumo promedio

Para adquirir el valor acerca del consumo promedio de combustible diario de las marcas más usadas para el servicio de taxis en la ciudad de Ibarra, se toma en consideración la siguiente fórmula analizada detenidamente con el tutor para conseguir la eficiencia de los modelos de los taxis, la cual contiene los valores obtenidos a partir de la encuesta realizada anteriormente, misma que se detalla a continuación.

$$C_{PROM DIARIO} \sum_{i=1}^{n=41} [\text{km/gl}] = \frac{C\$ * gl}{\Delta k * Pg} \quad (\text{Ec. 3.10})$$

Donde:

$C_{PROM DIARIO}$ = Consumo de combustible promedio diario

$C\$$ = Combustible consumido en dólares [“\$”]

Δk = Variación del kilometraje recorrido [km]

Pg = Precio de la gasolina [1.50\$]

gl = Galón de combustible [gl]

Una vez realizados todos los cálculos para cada una de las encuestas de cada uno de los modelos seleccionados para este estudio, se puede llegar a establecer datos valiosos para lograr analizar la eficiencia que se da dentro de la ciudad de Ibarra en cada uno de los modelos.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Análisis de curvas de potencia y torque flotas de taxis de la ciudad

Luego de realizar un análisis de las tablas presentadas anteriormente, se selecciona las marcas más comunes en taxis, tales como: nissan sentra, chevrolet aveo activo, chevrolet chevy taxi, kia rio xcite y el hyundai accent; de las cuales es necesario conocer todo lo referente a cada una de ellas.

Se presenta las curvas de potencia y torque de los modelos más usados como taxis en la ciudad de Ibarra, los cuales tienen una cilindra no mayor a 1600 cc, volviéndose favorable tanto para el consumo de combustible como para el desempeño que tienen en las actividades diarias de transporte y movilidad; los resultados son tomados a una altura de 2850msnm, temperatura ambiente promedio de 66.76° F para todos los vehículos. Dicha información es obtenida simultáneamente con (Cevallos, 2017, págs. 7-104).

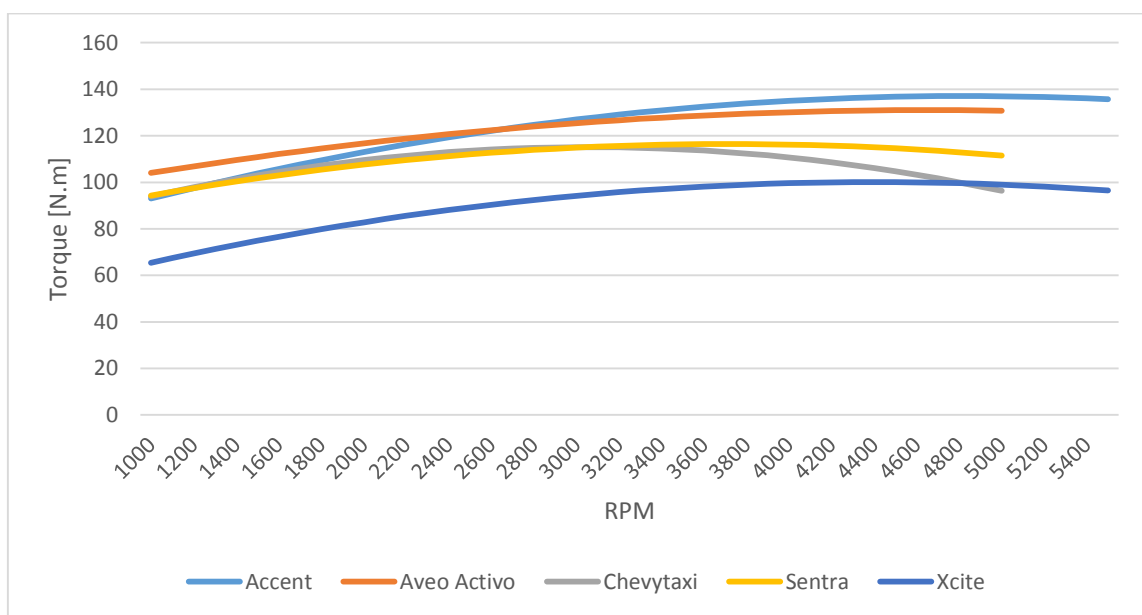


Figura 4.1 Torque de los vehículos más usados como taxis

Fuente: (Cevallos, 2017,pag 31)

En la Figura 4.1, se adquiere los datos de las pruebas tomadas en el dinamómetro, se observa que el rendimiento del motor con respecto al par es el siguiente: con mayor torque se tiene al vehículo hyundai accent con un motor 1600cc en comparación con los demás modelos de vehículos, esto se debe a que las características técnicas de su motor son más eficientes, mismo que cuenta con un sistema de válvulas variables CVVT que ayuda en su rendimiento,

además cuenta con una inyección directa de combustible hacia la cámara de compresión; en segundo lugar se encuentra el chevrolet aveo activo con un motor 1600cc con doble árbol de levas, presenta una válvula EGR que ayuda en la recirculación de los gases de escape, por lo cual mejora su rendimiento; en tercer lugar está el nissan sentra con un motor 1600cc con doble árbol de levas y un sistema de recolección de los vapores del tanque de combustible, mismo que ayuda en el consumo de combustible; en cuarto lugar está el chevrolet chevy taxi con un motor 1500cc con tan solo 8 válvulas(sin ninguna mejora en su sistema de inyección) y por último el kia rio xcite con un motor 1400cc que presenta menor torque, esto se da por su menor cilindra en comparación con los demás modelos.

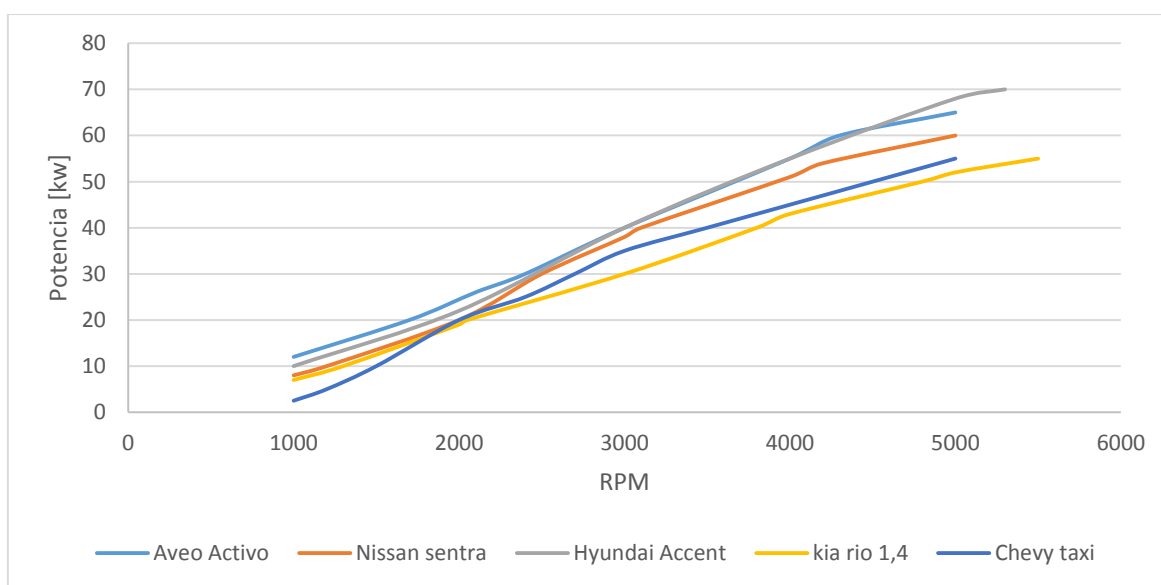


Figura 4.2 Potencia de los vehículos más usados como taxis

Fuente: (Cevallos, 2017, pág. 56-58)

En la Figura 4.2, se tiene que el rendimiento del motor con respecto a la potencia es el siguiente: el motor con más potencia es del vehículo hyundai accent 1600cc con 70.7kW@6000rpm, que cuenta con mayores avances tecnológicos a diferencia de los demás modelos tales como: CVVT, doble árbol de levas, dirección electrónica; en segundo lugar se encuentra el chevrolet aveo activo 1600cc con 65.5kW@5000rpm, cuenta con 16 válvulas; en tercer lugar está el nissan sentra 1600cc con 59.1kW@5000rpm, presenta doble árbol de levas y 16 válvulas; en cuarto lugar el chevrolet chevy taxi 1500cc con 54kW@5000rpm con un motor básico y por último el Kia rio Xcite 1400cc con 53.5kW@6000rpm, mismo que presenta similares características tecnológicas al hyundai accent.

4.2 Análisis de la cinemática del vehículo

Para un breve análisis acerca de la cinemática del vehículo se toma en consideración varios tópicos como el estado de conducción de toda la flota, velocidad máxima y la aceleración en base a los modelos de los vehículos, el servicio que prestan, la edad de los conductores, la franja horaria.

4.2.1 Estados de conducción de la flota de taxis

En el presente ítem se describe los estados de conducción en general, en base al tipo de servicio que prestan, por edades de los conductores y según la franja horaria en la que se encuentre, mismas que nos permiten realizar un estudio para promover un estilo de conducción más eficiente según se desee.

4.2.1.1 Estados de conducción general

En la Tabla 4.1 se observa el porcentaje de los estados de conducción de toda la flota de taxis que ha producido durante su trabajo normal de cinco horas, en los cuales se toma en consideración a los conductores de todas las edades, el servicio que prestan y la franja horaria completa.

Tabla 4.1 Estados de conducción de la flota de taxis

Porcentaje	Etapas de la conducción			
	Ralentí	Aceleración	Desaceleración	Crucero
	34%	26%	24%	16%

Se observa que los taxis de la ciudad, durante su trabajo normal se encuentran mayor tiempo en modo ralentí o parados con un total del 34%, esto se produce debido a que la ciudad de Ibarra cuenta con un número excesivo de semáforos o porque los conductores esperan pasajeros en sus paradas por mucho tiempo. Seguido está el estado de aceleración con una diferencia del 8% de la anterior etapa, ya que para poner en marcha los vehículos se realiza una aceleración repetitiva, por lo cual al llegar a cada intersección o semáforo se encuentran obligados a reducir la velocidad considerablemente, mismo que genera una desaceleración con una diferencia de 2% con respecto a la aceleración.

En último está el estado de crucero con una diferencia del 18% con respecto al ralentí, esto indica que no existe un tramo de velocidad constante dentro de la ciudad, esto puede ser

debido a las intersecciones, rompe velocidades y semáforos existentes dentro de la ciudad de Ibarra.

4.2.1.2 Etapas de conducción por servicio

Se tiene presente las etapas de conducción en función al servicio que prestan, ya sea convencional o ejecutivo.

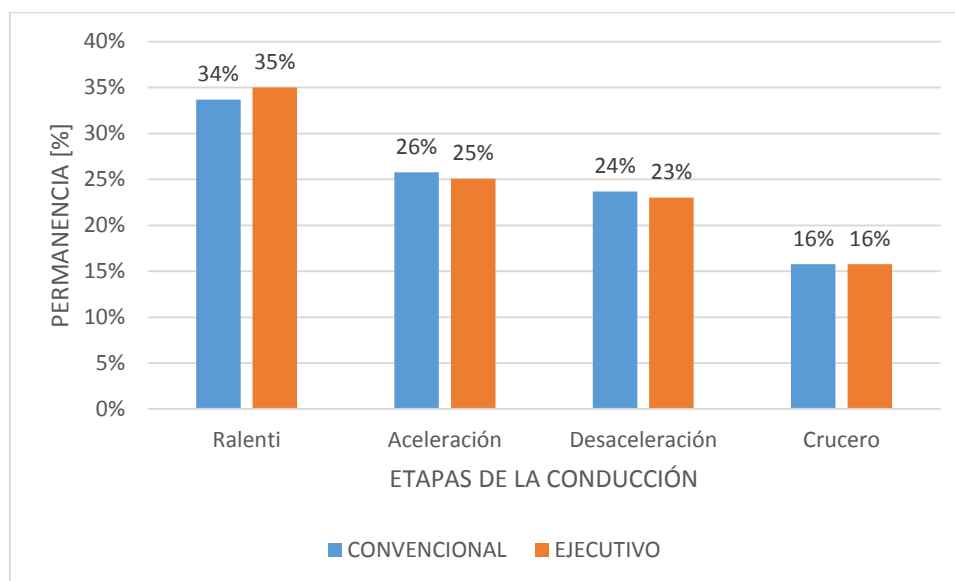


Figura 4.3 Etapas de la conducción vs el servicio que prestan

En la Figura 4.3 se observa que el estilo de conducción que presentan ambos tipos de servicio es similar uno del otro, ya que la diferencia mínima es del 1%, esto indica que ambos tipos de servicio trabajan a un mismo ritmo dentro de la ciudad, lo cual no debe presentarse así, ya que según MOVILDELNOR EP los taxis con servicio ejecutivo deben ejercer su trabajo de puerta a puerta, al contrario un taxi convencional que pasa circulando por las calles de la ciudad de Ibarra en busca de pasajeros.

4.2.1.3 Estados de conducción por edades

A continuación, se puede observar en la Figura 4.4 los estados de conducción de toda la flota de taxis existentes en la ciudad de Ibarra en función de las edades de los conductores de los taxis. Con esto se pretende determinar que rango de edades tiene mayor porcentaje en cada estado de la conducción en una labor normal de cinco horas constando las franjas horarias existentes y ya mencionadas anteriormente para este estudio.

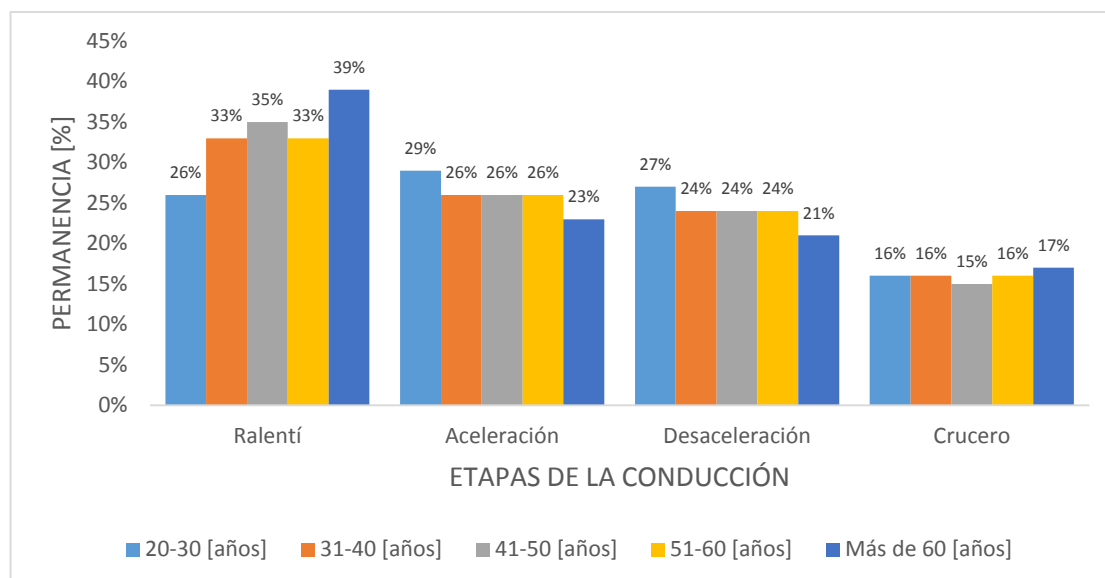


Figura 4.4 Estados de conducción vs la edad del conductor

Como se observa en la Figura 4.4, los conductores de 20 a 30 años tienen un estilo de conducción más agresivo en diferencia de los demás conductores, los resultados muestran que aceleran y desaceleran con mayor frecuencia en 2% en comparación con las personas de edad entre 31 a 60 años, esto se puede dar debido a que la mayoría de conductores no tienen experiencia en este campo laboral, ya que la mayoría son jóvenes bachilleres que aún no toman conciencia. Las personas mayores a 60 años tienen un mayor tiempo de ralentí, esto quiere decir que pasan mayor tiempo parados, con una diferencia del 13% en relación con los jóvenes entre 20 y 30 años, en comparación a las personas de 31 a 60 años existe una diferencia del 7% de ralentí, este resultado abarca un tipo de conducción más anticipada, resultado de años de experiencia al volante.

Los conductores de 31 a 60 años tienen similares características de conducción, esto se puede dar por el tipo de enseñanza que han recibido anteriormente los conductores por parte de los instructores en las escuelas de conducción de choferes profesionales y por la experiencia adquirida durante sus años de trabajo.

No se observa niveles altos de velocidad crucero, esto se puede dar por la geografía que presenta la ciudad, también influye la calibración de los semáforos o de las intersecciones las cuales no son realizadas con un estudio previo de flujo vehicular.

4.2.1.4 Estado de conducción por franja horaria

Se detalla a continuación cada etapa de la conducción de la flota de taxis vs la franja horaria, ya sea esta en hora pico o en hora valle, los cuales se observa de la siguiente manera.

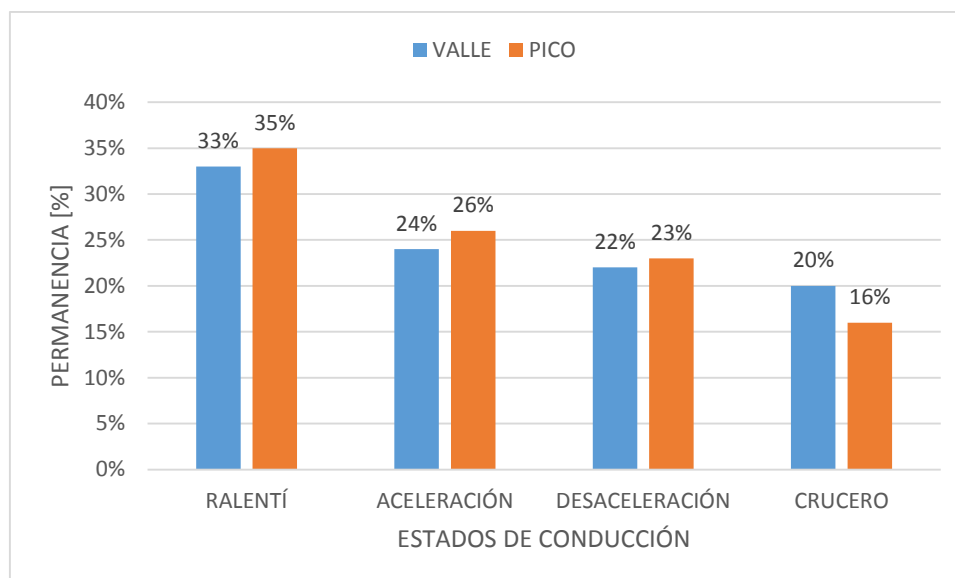


Figura 4.5 Etapa de conducción vs franja horaria

Se observa en la Figura 4.5 que la flota de taxis opera con mayor presencia de ralentí con 35% en horas pico, esto se debe a que en la hora de mayor tráfico los vehículos limitan la circulación y por ende reduce la distancia de recorrido normal, a diferencia de las horas valle, en donde se pasa en ralentí un 2% menos que en horas pico.

Con respecto a la aceleración los conductores presentan un estilo poco prolongado pero repetitivo en la hora pico ya que se tiene una mayor presencia de vehículos que limitan conseguir un incremento de la velocidad, es por esto que se tiene un 26% en este estado, al tratar de salir de las congestiones vehiculares que se presentan en la ciudad, a diferencia en las horas valle que se cuenta con un 2% menos, esto se debe a que en las horas valle ya no existe mucha congestión vehicular en las calles, lo cual permite obtener una aceleración más prolongada.

Para el caso del estado de crucero viene a ser mayor en las horas valle que cuenta con un 20%, en comparación a las horas pico que cuenta con una diferencia del 4%, esto se debe al mismo caso de aceleración y desaceleración, en donde la mayor presencia de vehículos en la vía limita a una circulación con una velocidad constante.

4.2.2 Velocidad máxima de la flota de taxis

Como resultado del análisis se tiene la velocidad con la que operan las diferentes unidades de taxis que prestan el servicio activo dentro de la ciudad, para lo cual se presentan en diferentes expresiones para su mejor entendimiento, tal y como se detalla en las siguientes gráficas.

4.2.2.1 Velocidad máxima de la flota de taxis

Se observa la velocidad máxima a la que han llegado los conductores de taxis en su día normal de trabajo en función de cada modelo del vehículo, esto se detalla de la siguiente manera.

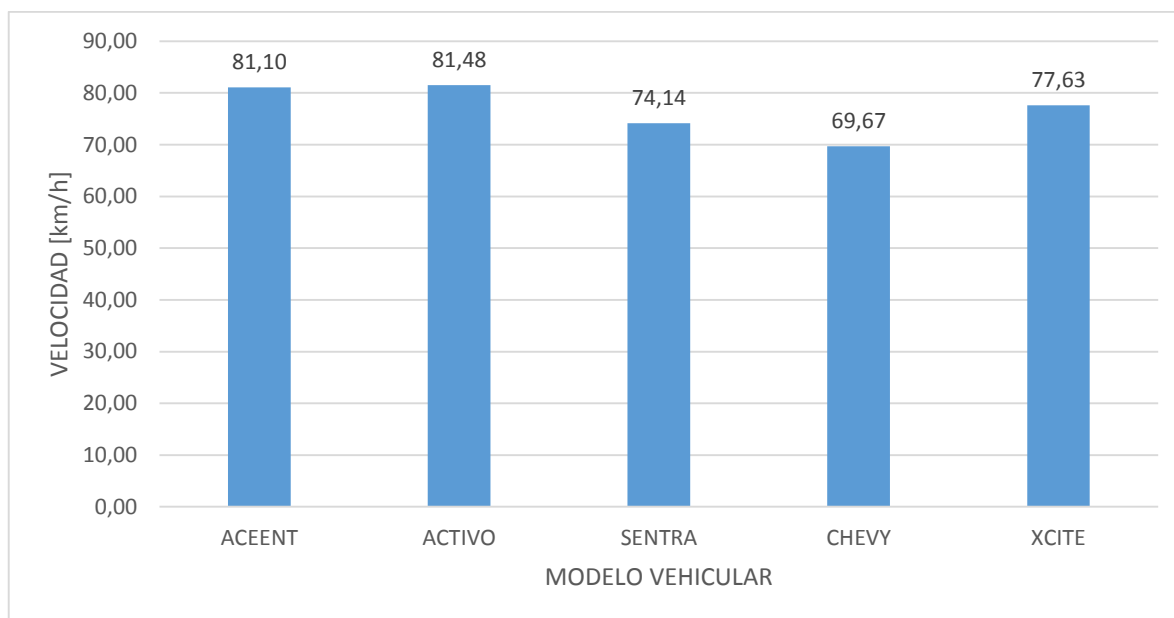


Figura 4.6 Velocidad máxima vs modelo del vehículo

En la Figura 4.6 se tiene los cinco modelos de vehículos más usados por parte de los conductores de los taxis, dentro de los cuales se observa la velocidad máxima a la que han llegado en cada uno de ellos, los conductores con los vehículos de la marca chevrolet activo han llegado a tener una velocidad mayor de 81.48 km/h a diferencia de los conductores de los hyundai accent que tienen una velocidad de 81.10, tan solo una diferencia de 0.4%; seguido esta los conductores de los vehículos kia rio xcite con una velocidad de 77.63km/h; penúltimo el nissan sentra con una velocidad de 74.14km/h y por último el chevy taxi con una aceleración menor a todos de 69.67km/h.

4.2.2.2 Velocidad máxima por servicio

Para poder realizar el análisis de la Tabla 4.2 se toma la muestra de la velocidad máxima presentada por los vehículos que tienen servicio convencional o servicio ejecutivo de taxi, con lo que se llega a determinar que servicio de taxi tiene mayor velocidad y por ende generará mayor consumo de combustible y de los demás componentes del vehículo usado para el servicio de taxis.

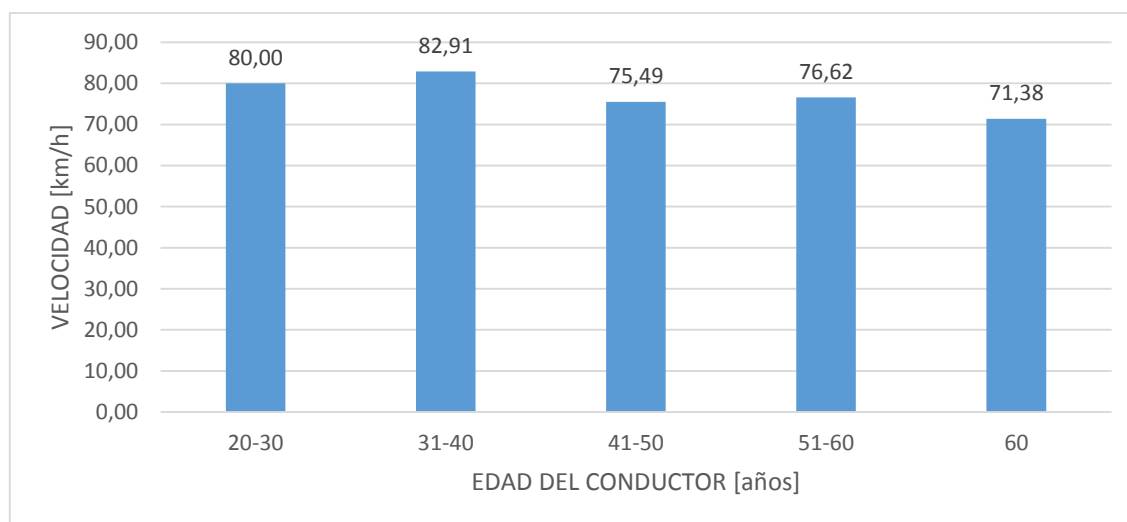
Tabla 4.2 Velocidad máxima por tipo de servicio

Tipo de servicio	Velocidad Máx. [km/h]
Convencional	77,33
Ejecutivo	76,66

Como se puede observar un taxi convencional llega a tener una velocidad máxima de 77,33 km/h a diferencia de un taxi ejecutivo que llega hasta los 76,6 km/h, con una variación del 0.9% entre velocidades máximas. Se llega apreciar que los conductores tratan de conseguir una velocidad mayor para llegar más rápido a su destino y así conseguir un mayor número de carreras a lo largo de su jornada. Según la ley de tránsito las dos entidades que prestan el servicio como taxi se encuentran sobrepasando el límite de velocidad máxima establecido por la ley de tránsito que es tan solo de 40km/h para el servicio de transporte público.

4.2.2.3 Velocidad máxima por edad

Se aprecia en la Figura 4.7 las velocidades máximas en consideración a las edades de los conductores de taxis y el tipo de servicio que prestan, con la cual determina que rango de edades realiza mayores velocidades altas.

**Figura 4.7** Velocidad máxima por edades

Se observa que las personas entre los 20 a 40 años en los taxis tienen una velocidad más elevada con un 10% que los demás conductores, esto se puede dar debido a que este tipo de conductores poseen mayor destreza para realizar los recorridos con mayor agilidad o son choferes encargados de los taxis, por ende, buscan mayores carreras para solventar su pago, los cuales generan mayor esfuerzo al motor. Al contrario, los conductores de 60 años en

adelante son las personas con velocidad máxima poco elevada que el resto, la mayoría de conductores de edad mayor no presentan apuro al conducir, ya que conocen de mejor manera las vías de la ciudad o tienen un estilo de conducción anticipada; los conductores de 40 a 60 años tienen una velocidad máxima intermedia, ya que al tener una edad adulta promedio se desenvuelven a su propio estilo de conducción.

4.2.2.4 Velocidad máxima por franja horaria

A continuación, se describe la velocidad a la que han operado expresada en km/h según la edad de los conductores vs la franja horaria en la que haya transitado.

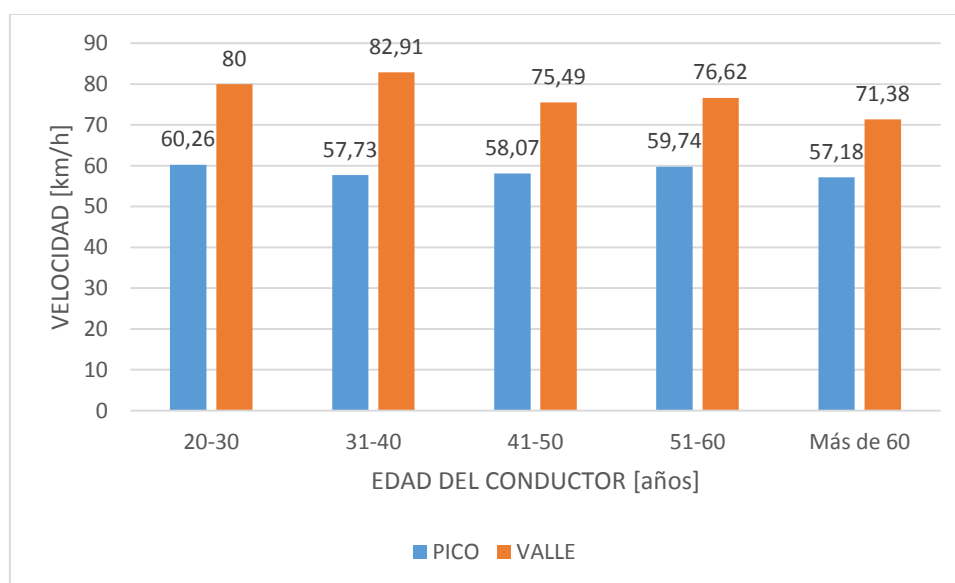


Figura 4.8 Velocidad máxima por franja horaria

Como se puede observar en la Figura 4.8, una comparación de las velocidades máximas que han llegado a tener los conductores en la franja horaria según las edades seleccionadas para este estudio, en la cual se determina que los vehículos tienen una menor velocidad máxima cuando se encuentran en la franja horaria de las horas pico, con un rango promedio de 58.59km/h, esto se debe a que existe un gran número de semáforos y señales de pares en cada intersección en las calles de la ciudad, al igual que el incremento de vehículos, los cuales generan una mayor congestión vehicular; al contrario, en hora valle los conductores llegan a velocidades más altas de hasta un máximo de 77.28 km/h, con una diferencia del 24% entre los rangos. Todas las velocidades que se han obtenido en este estudio sobrepasan los límites de velocidad establecidos por la ley de tránsito dentro y fuera de las carreteras y calles de la ciudad.

4.2.3 Valores de aceleración máxima y promedio de la flota de taxis

En esta parte detalla la aceleración que ha tenido la flota vehicular en su recorrido de trabajo normal de 5 horas, en las siguientes figuras se detalla la aceleración por modelos de vehículos, por el tipo de servicio, por la edad del conductor y por la franja horaria. Con esto se pretende determinar quién realiza mayores aceleraciones en la jornada de trabajo.

4.2.3.1 Aceleración máxima y promedio por modelo del vehículo

Se observa en la Tabla 4.3 las aceleraciones máximas y promedios generadas por cada uno de los conductores de los 257 seguimientos en base al modelo de vehículo, para ello se detalla de la siguiente forma.

Tabla 4.3 Aceleración por modelo de vehículo

Modelo	Aceleración Prom. [m/s ²]	Aceleración Máx. [m/s ²]	Desaceleración Prom. [m/s ²]	Desaceleración Máx. [m/s ²]
Accent	0.64	8.32	-0.67	-11.97
Sentra	0.63	10.54	-0.69	-10.54
Activo	0.60	7.31	-0.66	-11.53
Chevy	0.60	5.73	-0.65	-6.56
Xcite	0.60	8.55	-0.66	-12.22

Según los resultados se tiene que los conductores de los vehículos nissan sentra realizan más aceleraciones máximas a diferencia de los demás modelos, el mismo que no genera mayor consumo de combustible para este modelo de vehículo, seguido se encuentra los conductores del kia rio xcite con una diferencia del 19% en comparación al primero, los conductores de los modelos de vehículos hyundai accent presenta una diferencia del 21%, para el chevrolet activo existe una diferencia del 31% y finalmente chevrolet chevy taxi con el 46% en diferencia del vehículo que genera una aceleración mayor.

Para el caso de la desaceleración máxima de los conductores se tiene en siguiente orden descendente de mayor a menor: en primer lugar el xcite con -12.22 m/s², seguido se encuentra el hyundai accent con una diferencia del 2%, en tercera posición está el chevrolet activo con el 6%, en cuarta posición se encuentra el nissan sentra con 14%, finalmente se tiene al chevrolet chevy taxi con la mayor diferencia de 46% de desaceleración. Estos valores obtenidos son a partir del estilo actual de conducción que realizan los conductores de los taxis en base a la edad que tienen cada uno de ellos, no se toma en consideración la franja horaria, tipo de servicio, etc.

4.2.3.2 Aceleración por tipo de servicio

Con la Tabla 4.4 se detalla las aceleraciones generadas por los conductores de los taxis, las cuales están agrupadas por el servicio de taxi, ya sea convencional o ejecutivo.

Tabla 4.4 Aceleración por tipo de servicio

Tipo de servicio	Aceleración Prom. [m/s ²]	Aceleración Máx. [m/s ²]	Desaceleración Prom. [m/s ²]	Desaceleración Máx. [m/s ²]
Convencional	0.62	10.54	-0.68	-11.97
Ejecutivo	0.60	8.55	-0.65	-12.22

Por el tipo de servicio que prestan los taxis se obtiene que los vehículos con servicio ejecutivos y convencionales tienen aceleraciones promedios similares, se diferencian con el 3.22 % los convencionales de los ejecutivos. Estos tipos de aceleraciones muestran que, el comportamiento de los conductores de los dos tipos de taxis trabajan de manera igual en la ciudad, por ende generan el mismo consumo de combustible si se trata en función del tipo de servicio que presentan.

Para la desaceleración promedio la diferencia por tipo de servicio es de 4.41 %, el valor de desaceleración para el taxi convencional es de -0.68 m/s² y para el caso del ejecutivo es -0.65 m/s².

4.2.3.3 Aceleración por edades

Se determina las aceleraciones que realizan los conductores de los taxis en base a las edades que tienen.

Tabla 4.5 Aceleración y desaceleración por edad del conductor

Edad [años]	Aceleración Prom. [m/s ²]	Aceleración Máx. [m/s ²]	Desaceleración Prom. [m/s ²]	Desaceleración Máx. [m/s ²]
20-30	0.61	8.55	-0.67	-7.17
31-40	0.61	7.91	-0.66	-12.22
41-50	0.58	8.45	-0.63	-11.97
51-60	0.54	10.54	-0.59	-10.85
60 en adelante	0.54	7.30	-0.60	-11.53

La Tabla 4.5 demuestra que los conductores de 20 a 30 años son los más jóvenes, los cuales producen mayores aceleraciones máximas y promedios, esto se debe a que carecen de

conocimiento en las vías y no tienen experiencia sobre la conducción anticipada; para los señores conductores de 31 a 40 años se observa que ejecutan similares aceleraciones promedio y una diferencia menor de 7.4% en la aceleración máxima en comparación con los más jóvenes, esto se observa debido a que la mayoría de conductores tienen mayor seguridad al momento de circular con sus vehículos, además conocen todas las calles de la ciudad y a su mismo vehículo. Seguido se encuentra las personas de 41 a 50 años con una nivel de aceleración intermedio, mismos que presentan un estilo de conducción más tranquilo en diferencia al primero; en cuarto lugar están los conductores de 51 a 60 años con una menor aceleración promedio y una máxima más alta, esto se determina debido a que se ha observado que los conductores realizan mayores aceleraciones en una misma marcha, lo cual exige más al motor y por ende presenta mayor este dato; en el último rango de edades se tiene a los adultos, los cuales presentan un estilo de conducción anticipado y preventivo, lo cual demuestra en su valor de aceleración.

4.2.3.4 Aceleración máxima por franja horaria

Se detalla la aceleración máxima generada por el rango de edad de los conductores en función de la franja horaria, esto se puede observar de una mejor manera en la Figura 4.9.

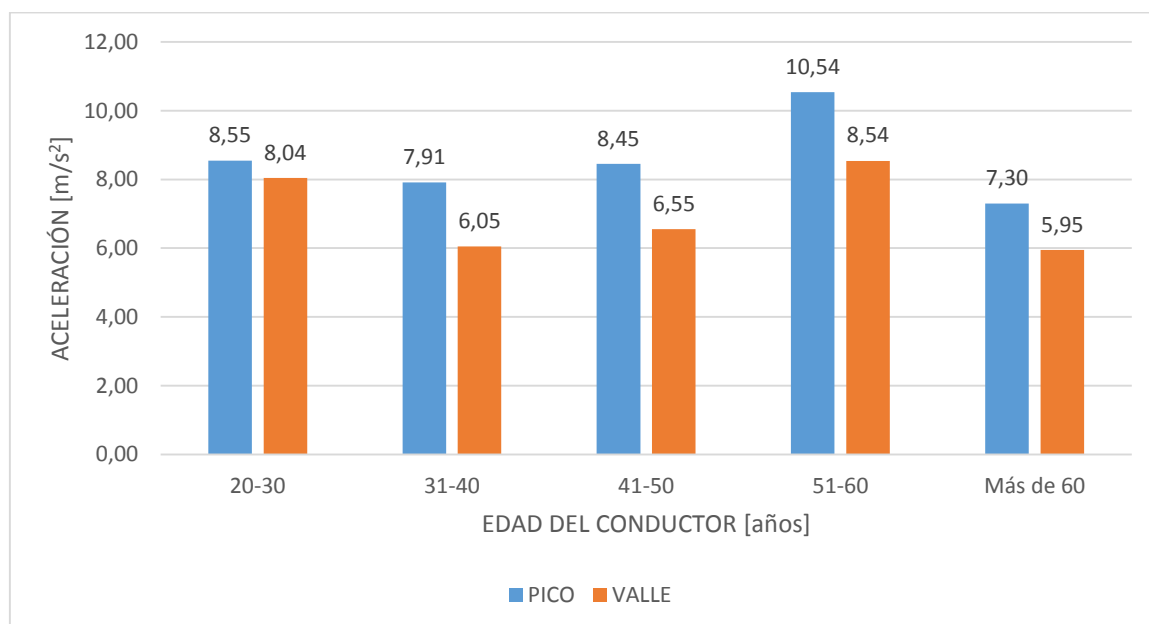


Figura 4.9 Aceleración máxima por franja horaria

Los valores de las aceleraciones máximas son mayores para la franja horaria de pico, superando este con el 24% en comparación con las aceleraciones de horas valle, para las

horas pico se observa que las personas de 51 a 60 años tienen una aceleración máxima de 10.54 m/s^2 , al contrario se tiene que los conductores de edad adulta o 60 años en adelante generan una aceleración menor de 7.30 m/s^2 . Para las aceleraciones máximas en horas valle se tiene que el comportamiento es similar para los de 20 a 30 años, con una diferencia del 6% a la hora pico; el mismo caso se tiene para el rango de edades de 51 a 60 años, los cuales tiene la diferencia de 19%.

4.2.3.5 Desaceleración máxima por franja horaria

A continuación se muestra la Figura 4.10 en donde se estima las desaceleraciones máximas según las franjas horarias y en diferencia de edades.

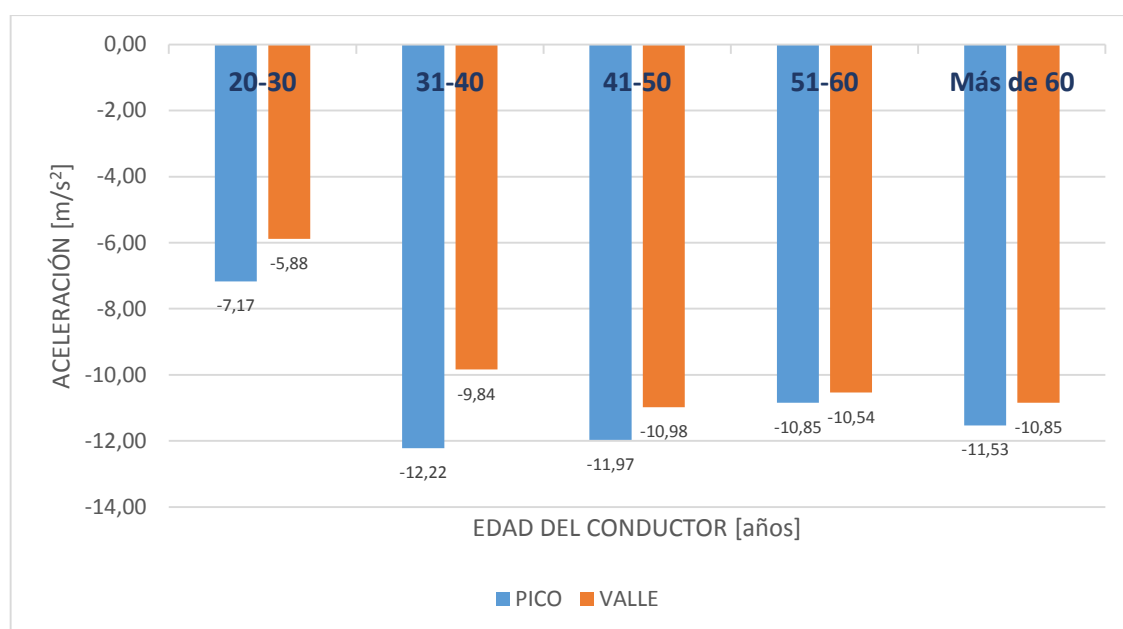


Figura 4.10 Desaceleración máxima por franja horaria

En la Figura 4.10 se encuentra detallado el valor de la desaceleración vs la franja horaria, se tiene que los conductores de los taxis presentan mayores desaceleraciones para el horario de las horas pico que existen dentro de la ciudad de Ibarra con presencia de tráfico con el 11% mayor a comparación del horario de horas valle en la ciudad. Esto se tiene presente porque en la zona de congestión vehicular se realizan mayores aceleraciones y desaceleraciones elevadas, sin pasar a tener una velocidad final alta debido a la existencia de muchos vehículos en las calles de la ciudad.

Estas aceleraciones y desaceleraciones son las causantes del mayor consumo de combustible de los vehículos.

4.3 Consumo instantáneo del vehículo

Los consumos instantáneos del vehículo se dividen en: función al modelo del vehículo o en comparación con los estados de conducción, los mismos que se van a detallar individualmente a continuación:

4.3.1 Consumo instantáneo por estados en función del modelo vehicular

Se presenta la Tabla 4.6 de consumos de combustible por estados en función del modelo del vehículo, con ello se logra determinar que auto tiene mayor y menor consumo de combustible en base a los consumos instantáneos.

Tabla 4.6 Consumos instantáneos de las pruebas piloto

Modelo vehicular	Ralentí	Crucero	Aceleración	Desaceleración	Total [mg/s]
	[mg/s]	[mg/s]	[mg/s]	[mg/s]	
Accent	124,67	272,00	317,86	143,83	858,36
Sentra	147,33	331,01	348,96	157,9	985,2
Activo	173,95	274,89	467,55	211,56	1 127,95
Chevytaxi	117,11	262,72	338,97	153,38	872,18
Xcite	81,22	259,64	330,86	149,71	821,43

Como resultado de los consumos de combustible instantáneo en base al modelo del vehículo se logra observar que el vehículo chevrolet aveo activo presenta un mayor consumo de combustible en sus estados de conducción con 1127.95 mg/s, luego se tiene que el vehículo nissan sentra presenta un consumo de 246.30 mg/s, esto indica una diferencia de consumo del 13 % en referencia al primero, ya que estos dos autos presentan la misma cilindrada de 1600 cc; seguido está el vehículo chevrolet chevy taxi con un motor de 1500 cc y un consumo de 872.18 mg/s que implica una diferencia del 23% en comparación al vehículo aveo activo. En penúltimo lugar se tiene al vehículo hyundai accent con 858.36 mg/s y una diferencia del 24% con respecto al que mayor consumo tiene que es el Chevrolet aveo activo, cuenta con un motor de 1600 cc, el cual indica ser superior en rendimiento, en par motor y potencia como se indica en las gráficas 4.1 y 4.2 respectivamente; por último, se tiene el kia rio xcite con un consumo de 821.43 mg/s con diferencia del 27 % al vehículo que más consume y tan solo con un motor de 1400 cc, dando como resultado ser el vehículo con más ahorro económico según los datos que se ha logrado obtener mediante la realización de las pruebas piloto.

4.4 Consumo promedio mediante encuestas

Se observa en la Tabla 4.7 el valor de los consumos de combustible promedio diario en galones vs cada uno de los modelos de los vehículos seleccionados, valores con los que se estima el rendimiento del motor de cada taxi en base a las encuestas realizadas a los conductores de los taxis de la ciudad de Ibarra, estos tienen un kilometraje promedio de 206.17km diarios para cada uno.

Tabla 4.7 Consumo promedio mediante encuestas

Modelo	Consumo [gl/día]
Activo	5,79
Chevy	4,99
Xcite	4,93
Sentra	4,69
Accent	4,61

Según el resultado obtenido a partir de las encuestas realizadas a los conductores de los taxis, los cuales indican un resultado de consumo de combustible mayor en el modelo del vehículo chevrolet activo, mismo que tiene un rendimiento de 5.79 gl por día; en segunda instancia se tiene al vehículo chevrolet chevy taxi con una diferencia de 5% y 4.99 gl por día; en tercer lugar con una diferencia del 19% se encuentra el vehículo kia rio xcite con 4.93 gl por día; en penúltimo se encuentra el nissan sentra con una diferencia del 21% y un rendimiento de 4.69gl por día; finalmente se encuentra el vehículo hyundai accent como el más económico con 4.61gl por día y con la diferencia del 22% con respecto al vehículo que consume más.

4.5 Consumo de combustible estimado en función a los estados

A continuación, se puede detallar el consumo del combustible por modelo de vehículo con un tiempo de trabajo estimado de 12 horas, el tiempo inicia desde que salen a trabajar a las 6 am hasta que termina el día las 6 pm, en las cuales se tiene horas pico, horas valle, todas las edades de los conductores, los dos tipos de servicio presentes, etc.

A este tiempo de trabajo se debe reducir el tiempo que los taxis se encuentran parados en sus paradas o ya sea con el motor apagado en sus casas alimentándose o realizando cualquier actividad la cual no implique encender al motor de su vehículo, el cual es un promedio 8.4% o lo que es igual a 1 hora, es decir que la mayoría de taxistas solo laboran un total de 11 horas diarias promediadas y descontando la consideración tomada de la hora que se encuentran sus motores apagados.

4.5.1 Consumo estimado con estados de conducción actual

En esta parte del análisis se compara el consumo promedio estimado generado por los taxis y el consumo de combustible simulado con una conducción eficiente de referencia, con esto se pretende dimensionar el consumo de combustible innecesario consumido por los motores de los taxis y la manera de conducir de los señores, así para poder mostrar un estimado de los porcentajes ideales para una conducción eficiente. En la Tabla 4.8 se detalla el promedio de los porcentajes de los estados de conducción por modelo de vehículo, datos obtenidos a partir de los 257 seguimientos realizados a los conductores de los taxis preseleccionados.

Tabla 4.8 Estados de conducción actual

Modelo	Porcentajes			
	Ralentí	Crucero	Aceleración	Desaceleración
Accent	35%	16%	25%	24%
Activo	35%	16%	25%	23%
Chevytaxi	34%	16%	25%	23%
Sentra	34%	15%	26%	24%
Xcite	31%	17%	27%	24%

Luego de haber determinado el tiempo real de trabajo de los señores taxistas y los porcentajes promedios de cada modelo, se procede con la estimación del consumo diario, semanal, mensual y anual de cada modelo seleccionado, para poder realizar esta estimación se usa la ecuación general del consumo de combustible (Ec 3.7) con el tiempo de trabajo diario de cada unidad.

Con esto se procede a encontrar el consumo estimado diario actual de cada uno de los modelos seleccionados para este estudio, se llega a obtener el consumo en las unidades de galones diarios, semanales, mensuales y anuales.

Tabla 4.9 Consumos estimados de los modelos seleccionados

Consumo por periodo de tiempo	Activo	Sentra	Chevytaxi	Xcite	Accent
Consumo [gl/día]	5,36	5,22	5,08	5,01	4,55
Consumo [gl/semana]	32,16	31,32	30,48	30,06	27,3
Consumo [gl/mes]	128,64	125,28	121,92	120,24	109,2
Consumo [gl/año]	1543,68	1503,36	1463,04	1442,88	1310,4

En la Tabla 4.9 se tiene el consumo estimado de chevrolet activo 1600 cc es el más elevado en comparación con los otros modelos de vehículos, genera un consumo estimado diario de

5.36 gl. Este consumo es el más alto a diferencia de los demás modelos ya que el motor de este vehículo no cuenta con muchos avances tecnológicos a diferencia de los demás.

El consumo diario estimado de un nissan sentra 1600 cc es uno de los más elevados después del chevrolet activo, este consumo difiere en un 3 % ya que su motor presenta una mejora en su motor, con un valor promedio diario de 5.22 gl.

Se puede observar que para el caso del consumo diario estimado chevrolet chevy taxi 1500cc se encuentra en el rango intermedio de consumo de combustible, en comparación con el modelo de chevrolet activo existe una diferencia del 5 %, con un consumo estimado diario de 5.08 gl.

El consumo diario estimado para el kia rio xcite 1400 cc ocupa el penúltimo lugar con una estimación de 5.01 gl, esto es gracias a que su motor trae similares avances tecnológicos al igual que el hyundai accent dando una diferencia del 11 % entre estos dos modelos y con una diferencia del 7 % en cuanto al modelo de chevrolet activo.

Para el caso del hyundai accent 1600 cc, es el vehículo con un consumo estimado diario de 4.55 gl, con lo cual da una diferencia del 15 % con respecto al vehículo que más consume cual es el chevrolet activo y así éste llega a ser el vehículo que menos consumo de combustible genera gracias a los avances tecnológicos que presenta su motor.

4.5.2 Consumo estimado con estados de conducción eficiente

En esta sección se muestra tres estimaciones de conducciones eficientes para el consumo estimado del combustible en los cinco modelos de taxis seleccionados, las dos primeras estimaciones son en base a promedios de consumos de los 257 seguimientos y el tercer estimado viene en base a los estados de conducción para cada uno de los modelos seleccionados para este estudio.

Para esta estimación se empieza a jugar con los valores de los porcentajes de los modelos seleccionados, una vez que se juegue con los porcentajes se procede a realizar el mismo procedimiento hecho en la sección 4.5.1, junto con la ecuación general del consumo de combustible (Ec 3.7).

En la Tabla 4.10, se detalla una estimación más eficiente de cada uno de los porcentajes de los estados de conducción por modelo de vehículo de los taxis, datos que se proponen para evitar el consumo de combustible innecesario.

Todos estos datos son estimados de una simulación de cómo debería ser una conducción eficiente, ya sea para cada uno de los cinco modelos seleccionados para el desarrollo de este

estudio, a continuación se muestra la Tabla 4.10 con los porcentajes para una conducción eficiente:

Tabla 4.10 Estados estimados de conducción eficiente

Modelo	Porcentajes			
	Ralentí	Crucero	Aceleración	Desaceleración
Accent	35%	18%	22%	24%
Activo	35%	18%	22%	24%
Chevytaxi	35%	18%	22%	24%
Sentra	35%	18%	22%	24%
Xcite	35%	18%	22%	24%

Con los porcentajes presentados se pretende simular una conducción más eficiente que la presentada por los conductores, misma que ayuda a disminuir el desgaste prematuro de las piezas del motor, accesorios internos y externos del vehículo; al reducir esto también se logra principalmente la reducción de agentes contaminantes para el medio ambiente, misma que ayuda a mejorar la calidad del aire de la ciudad.

Tabla 4.11 Estimación de consumo eficiente por modelo de vehículo

Consumo por periodo de tiempo	Modelo de vehículo				
	Activo	Sentra	Chevytaxi	Xcite	Accent
Consumo [gl/día]	4,89	4,74	4,19	3,86	4,13
Consumo [gl/semana]	29,34	28,43	25,13	23,15	24,8
Consumo [gl/mes]	117,36	113,71	100,54	92,59	99,22
Consumo [gl/año]	1 408,32	1 364,48	1 206,45	1 111,09	1 190,61

Como se puede observar en la Tabla 4.11, se logra obtener varios ahorros estimados de combustible en todas las marcas, para el caso del modelo de chevrolet activo contamos con un ahorro del 9 % de combustible, para los modelos de nissan sentra y hyundai accent contamos con un ahorro del 10 %, para el modelo de chevrolet chevytaxi se logra un ahorro del 18 % y por último el modelo kia rio xcite con un ahorro estimado del 23 % de combustible.

Todos estos ahorros estimados de combustible que se presentan a continuación son gracias a que se logra realizar una simulación de conducción eficiente para todos los cinco modelos que se han seleccionado anteriormente para la realización de este estudio. Los porcentajes se los presenta en la Tabla 4.10.

4.5.3 Estimación de ahorro de combustible en base a la muestra de vehículos

En la tabla 4.12 se estima el consumo promedio de los 257 seguimientos realizados en este estudio, para lo cual se toma una hora de trabajo normal para todos los vehículos ya que no todos tienen el mismo tiempo de trabajo, se inicia aplicando una regla de tres simple en donde se involucra al consumo en mililitros, al tiempo de cada taxi y los 3600 segundos que constan de una hora; por consiguiente, el resultado de los datos viene dado en función de litros sobre hora [l/h], luego se obtiene un promedio total estimado del consumo de los 257 taxis.

Luego de esto se procede a encontrar el consumo para cada uno de los estados de conducción e identificar al vehículo con menor consumo, tomamos los consumos de este vehículo eficiente y los reemplazamos para todos los 257 seguimientos para encontrar los consumos en [l/h], los ordenamos de mayor a menor para poder reconocer a los 25 vehículos con menor consumo y por ende una conducción más eficiente, sacamos un promedio entre estos 25 seguimientos obteniendo así que los porcentajes para una conducción eficiente deben ser los siguientes: 18 % en ralentí, 32 % en el estado de aceleración, 30% en desaceleración y un 20 % para el estado de cruce.

Una vez identificados los porcentajes eficientes, los reemplazamos para el 20 % de seguimientos y cada uno con sus consumos actuales para cada estado de conducción, al realizar los cálculos y obtener los consumos en [l/h], se procede a realizar el mismo procedimiento para el 40% de los seguimientos y de igual manera llegar al consumo estimado en [l/h]. Una vez ya obtenidos los consumos estimados promedios para los 3 casos se obtiene lo indicado en la Tabla 4.12.

Tabla 4.12 Consumos estimados por hora de la muestra

Taxis	Consumo actual	Concientización del 20%	Concientización del 40%
Unidad (1)	1,16 [l/h]	0,94 [l/h]	0,76 [l/h]
Flota (1245)	1 444,20 [l/h]	1 170,30 [l/h]	946,20 [l/h]
Flota diaria	15 886,20 [l/d]	12 873,30 [l/d]	10 408,20 [l/d]
Flota anual	4 575 225,60 [l/año]	3 707 510,40 [l/año]	2 997 561,60 [l/año]

Si se llegara a concientizar un 20 % de conductores se reduciría el consumo estimado de combustible en un 19 % en comparación a la conducción actual de los señores taxistas; para

el caso del 40 % se logra estimar un ahorro de combustible del 35 % en comparación a la conducción normal actual.

4.6 Comparación de conducciones actuales y eficientes estimadas

En la Tabla 4.13 se logra apreciar la comparación de consumo de combustible por galones, se toma en consideración la conducción actual de los conductores de taxis vs la simulación de una conducción eficiente:

Tabla 4.13 Conducción actual vs eficiente

Consumo	Conducción actual	Flota total	Conducción eficiente	Flota total
Diario [gl]	5,04	6 274,80	4,36	5 428,20
Semanal [gl]	30,24	37 648,80	26,16	32 569,20
Mensual [gl]	120,96	150 595,20	104,64	130 276,80
Anual [gl]	1 451,52	1 807 142,40	1 255,68	1 563 321,60

En la Tabla 4.14 se observa los consumos promedios de todos los modelos seleccionados, mismos que están expresados diario, semanal, mensual y anualmente; cada uno de estos consumos se puede apreciar en galones consumidos por unidades, por valores totales por el número total de la flota existente en la ciudad y todo esto expresado en dólares americanos. También se puede apreciar el valor total del subsidio para cada caso.

Tabla 4.14 Consumo actual total de la flota

Periodo de tiempo	Promedio estimado	Total de flota	Valor en dólares \$	Subsidio \$
Diario	5,04 gl	6 274,80 gl	\$9.286,70	\$8.470,98
Semanal	30,24 gl	37 648,80 gl	\$55.720,22	\$50.825,88
Mensual	120,96 gl	150595,20 gl	\$222.880,90	\$203.303,52
Anual	1451,52 gl	1807142,40 gl	\$2.674.570,75	\$2.439.641,70

Con los valores que se ha logrado estimar para todos los estados de la conducción eficiente en los cinco modelos seleccionados para este estudio, se procede a estimar los parámetros para los consumos de toda la flota de taxis de la ciudad de Ibarra expresados en las unidades de galones y en su valor respectivo de dólar americano el cual está definido y también descontado ya el subsidio presente para nuestro país, tal y como se puede observar en la Tabla 4.15.

Tabla 4.15 Consumo eficiente total de la flota

Periodo de tiempo	Promedio estimado	Total de flota	Valor en dólares \$	Subsidio \$
Diario	4,36 gl	5428,20 gl	\$ 8 033,74	\$7.328,07
Semanal	26,16 gl	32 596,20 gl	\$ 48 202,42	\$44.004,87
Mensual	104,64 gl	130 276,80 gl	\$ 192 809,66	\$175.873,68
Anual	1255,68 gl	1 563 321,60 gl	\$ 2 313 715,97	\$2.110.484,16

En el momento de aplicar una conducción eficiente a toda la flota de taxis (1245 unidades), se consigue un ahorro de \$ 284 544,22 dólares americanos anuales, el cual el estado invierte por el subsidio presente en el combustible, valor que es de \$1.35 dólares por cada galón vendido de gasolina tipo extra como se puede observar en la Tabla 4.16.

Tabla 4.16 Ahorro económico con conducción eficiente

Periodo de tiempo	Subsidio actual [\$]	Subsidio eficiente [\$]	Ahorro [\$]
Diario	8 470,98	7328,07	1142,91
Semanal	50 825,88	44 004,87	6821,01
Mensual	203 303,52	175 873,68	27 429,84
Anual	2 439 641,70	2 110 484,16	329 157,54

4.7 Error entre consumo real vs estimado

En este punto se tiene una comparación entre los rendimientos de consumos promedios [km/gl] obtenidos a través de las encuestas realizadas a los taxistas, mismo que brinda un promedio de kilómetros recorridos diarios en cada una de las encuestas, luego se obtiene un promedio por marcas del kilometraje y el promedio del consumo de combustible en dólares americanos, al tener el consumo en dólares se puede obtener el consumo en galones al momento de dividir el costo económico para \$ 1.48 cuales el precio del combustible, luego se divide el kilometraje para el valor obtenido en galones, con esto se tiene el valor de rendimiento en [km/gl].

Para el caso de los consumos instantáneos estimados, tenemos un kilometraje promedio del total de recorrido que tiene un conductor en general durante un día de labor normal de once horas completas, también se obtiene un promedio de los consumos estimados de las pruebas piloto [gl/día], este valor se estima con el kilometraje diario promedio que al dividir al consumo da la eficiencia de las pruebas piloto en las unidades [km/gl] realizadas, con esto se logra determinar si se tiene margen de error entre valores como se puede estimar en la Figura 4.11 que se la observa a continuación.

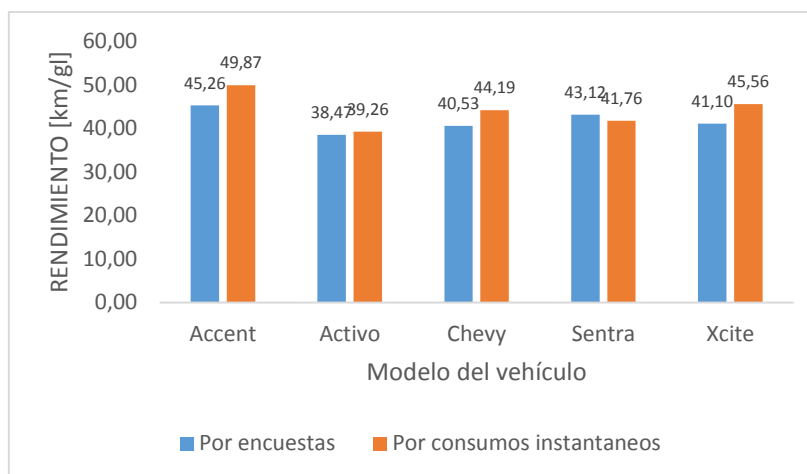


Figura 4.11 Rendimiento real vs instantáneos

En la Figura 4.11 se observa que el rendimiento del combustible por modelo del vehículo se encuentra expresado en kilómetros recorridos por galón de gasolina [km/gal], mismo que indica en las pruebas del hyundai accent que tiene un 10 % más de eficiencia con respecto a las encuestas realizadas; en el caso del vehículo chevrolet activo se tiene una eficiencia mayor del 2 % en comparación al dato obtenido en las encuestas; para el vehículo chevrolet chevy taxi se estima un aumento del 9 % en los kilómetros rendidos por galón en base a las pruebas pilotos; para el nissan sentra se aprecia un 3 % más del rendimiento; por último se encuentra el kia rio xcite con un 11 % de diferencia de rendimiento acerca del estimado con respecto a las encuestas.

Este error relativo en los modelos de vehículos se presenta debido a varios factores que intervienen, ya sean naturales, mecánicos o humanos, los cuales pueden ser: no todos los vehículos tienen el mismo mantenimiento preventivo, por ende unos modelos generan más eficiencia que otros; también interfiere la carga con la que el vehículo circule en su operación; la presión de los neumáticos debe ser la indicada por el manual, misma que ayuda a evitar un sobre esfuerzo del motor para vencer la resistencia que se tiene hacia la rodadura; se toma en consideración que la aerodinámica del vehículo es mejor cuando las ventanas se encuentran cerradas, lo cual es difícil observar a un conductor operar con los vidrios elevados debido al clima que se tiene en la ciudad es cálido.

En la Figura 4.12 se logra estimar los galones que rinden por cada hora de trabajo [gal/h], tanto en el caso de las encuestas y para las pruebas piloto realizadas por los señores estudiantes en este estudio, así como el porcentaje de error existente entre cada uno de ellos.

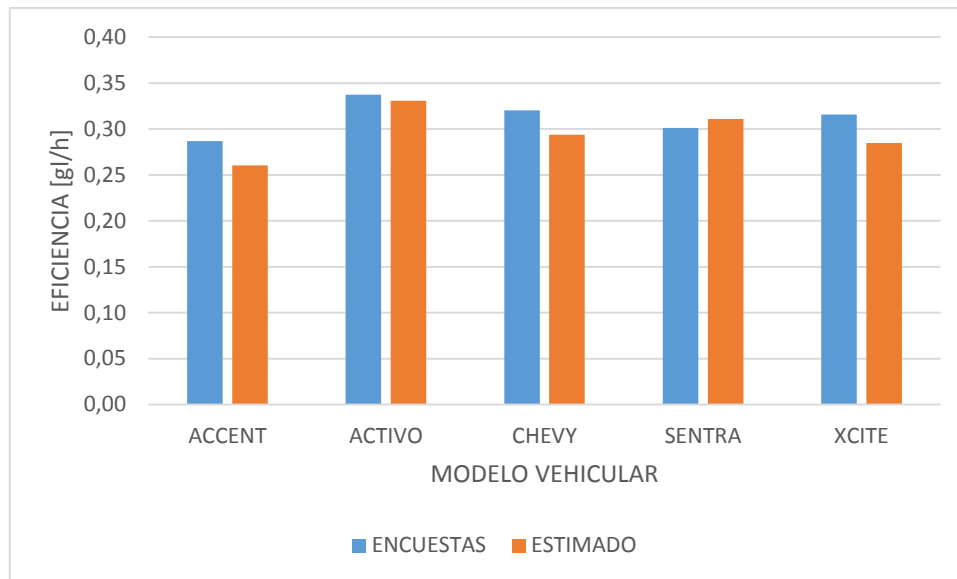


Figura 4.12 Eficiencia real vs. eficiencia estimada

Como se puede observar a cada uno de los errores entre las eficiencias reales y las eficientes, es un error aceptable ya que no excede del 15%, por lo tanto, la eficiencia de cada modelo de los vehículos es considerable.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Para la obtención del consumo estimado de combustible que genera la flota de taxis de la ciudad, se inició a partir de la ecuación de consumo de combustible (3.7) en donde no se toma en cuenta varios factores que se presentan en la vida real como lo es la carga del vehículo, la presión atmosférica y si el conductor maneja con ventanas abiertas o con aire acondicionado, el cual tiene un error promedio del 5 % en comparación a la encuestada realizada con el estimado.
- Los resultados acerca las curvas de torque y potencia realizadas en el CCICEV, indica que entre los vehículos con mayor cilindrada de 1600 cc se encuentra primero el hyundai accent con un torque de 135.75 Nm y una potencia de 70.7 kW; en segundo lugar está el chevrolet activo con una diferencia del 4 % y 7 % respectivamente, el tercer lugar es para el nissan sentra con 17 % y 16 % respectivamente en comparación del primero; para los que presentan una cilindrada de 1500 cc se tiene al chevrolet chevy taxi con el torque de 99 Nm y 54 kW de potencia, finalmente se tiene al kia rio xcite con una diferencia del 3 % y 5 % respectivamente en comparación a los de menor cilindrada.
- Se ha desarrollado un manual didáctico con información estimada tomada del presente estudio en el que se explica lo que es una conducción eficiente, sus ventajas, la importancia de concientizar a los conductores al incentivar que se puede ser más eficiente en el uso de los recursos al impedir el desgaste prematuro del vehículo, para ello se indica que si se concientiza a un 40 % de la flota de taxis se lograría un ahorro del 35 % de combustible, lo que significaría que cada conductor ahorraría una valor máximo de \$ 10.32 dólares semanales aproximadamente.
- En los análisis obtenidos se puede llegar a establecer que ambos tipos de servicio se desenvuelven de una manera similar dentro de la ciudad durante todo el transcurso del labor diario tan solo con el 1 % de diferencia entre cada estado de conducción; esto es algo que no se debería desarrollar ya que los taxis ejecutivos deben dar un servicio de puerta a puerta a diferencia de los taxis convencionales que pasan rodando en las calles en busca de carreras.
- Los conductores de 20 a 30 años tienen un estilo de conducción más agresivo en diferencia de los demás conductores, los resultados muestran que aceleran y desaceleran con mayor frecuencia en 2 % en comparación con las personas de edad entre 31 a 60 años, las personas

mayores a 60 años tienen un mayor tiempo de ralentí, esto quiere decir que pasan mayor tiempo parados, con una diferencia del 13 % en relación con los jóvenes entre 20 y 30 años, en comparación a las personas de 31 a 60 años existe una diferencia del 7 % de ralentí, este resultado abarca un tipo de conducción más anticipada, resultado de años de experiencia al volante.

- Los conductores de 31 a 60 años tienen similares características de conducción, esto se puede dar por el tipo de enseñanza que han recibido anteriormente los conductores por parte de los instructores en las escuelas de conducción de choferes profesionales y por la experiencia adquirida durante sus años de trabajo.
- De acuerdo con los datos obtenidos en las pruebas realizadas en este estudio, tenemos que el vehículo con mayor ahorro de combustible es el hyundai accent, llegando a consumir hasta 4.55 galones por día con una diferencia del 15 % en comparación al vehículo con mayor consumo que viene a ser el chevrolet aveo activo que llega a consumir hasta 5.36 galones diarios.
- Se estima que, si se llegase a concientizar un promedio del 20 % de la flota de taxis de la ciudad de Ibarra, se lograría ahorrar hasta un 14 % de gasto económico diario, es decir, \$1 142.91 dólares en el subsidio que el estado pierde en total para toda la flota.

5.2 Recomendaciones

- Para futuros estudios acerca de consumos de combustibles en automotores se recomienda usar la ecuación (3.7) del consumo estimado de combustible, ya que nos brinda datos de dicho consumo con un rango de error muy aceptable del 5%.
- Se recomienda incentivar a los señores taxistas a implementar el vehículo hyundai accent 1 600cc al servicio de taxis para la ciudad de Ibarra, ya que es el vehículo con mayor torque y potencia que los demás modelos estudiados y a la vez es el vehículo con menos consumo de combustible a diferencia de estos.
- Se recomienda a los conductores que brindan el servicio de taxi y a aquellas personas que conducen a diario, que apliquen todos los consejos que se les brinda en el manual de conducción eficiente para así lograr optimizar el combustible y los recursos complementarios de los vehículos, los mismos que contribuyen al medio ambiente, en la calidad del aire y reducción del ruido; siendo beneficiarios principales los habitantes de la ciudad de Ibarra.
- Se recomienda realizar mucho más control a los señores taxistas del servicio ejecutivo ya que, según los porcentajes de estados de conducción se adueñan parte del área de trabajo correspondiente al servicio convencional, cosa que no debería ser así ya que los taxis ejecutivos deben diferenciarse de los convencionales debido a que éstos realizan su servicio a partir de la petición de un usuario al solicitar su servicio por medio de una llamada telefónica.
- Se sugiere dar charlas a los señores conductores acerca de una conducción eficiente para poder llegar al 50% de concientización acerca de este tema, ya que así se conseguiría un ahorro económico en beneficio para ellos como para el estado y prolongarían la vida útil de sus automotores.

5.3 Bibliografía

1. (s.f.). Obtenido de <http://www.outilsobdfacile.com/diagnostic-interface-elm> 327.php
2. *Aficionados a la Mecánica*. (2013). Obtenido de Aficionados a la mecánica.com
3. Alfredo Martínez Almécija, J. M. (2004). *Tamaño de la Muestra y Presición Estadística*. Almería : Joaquín Lopez Cruces.
4. AliExpress. (2014). *AliExpress*. Obtenido de <https://es.aliexpress.com/item/G1-2-Liquid-Fuel-Oil-Flow-Meter-Counter-diesel-gasoline-Gear-flow-sensor-3-12v/32755162502.html?spm=2114.43010208.4.22.ucKnCc>
5. Al-Samari, A. (2017). Estudio de emisiones y economía de combustible para paralelo vehículos híbridos versus convencionales en el mundo real. *Sciencedirect*, 6.
6. Arduino. (2015). *Arduino Org*. Obtenido de <http://www.arduino.org/media/k2/galleries/90/A000066-Arduino-Uno-TH-2tri.jpg>
7. BOSCH. (2016). *MásCoche.net*. Obtenido de <http://www.mascoche.net/actualidad-seguridad-vial/motores-de-arranque-100-anos/>
8. Cevallos, V. (2017). “ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEL TREN DE POTENCIA PARA EL SERVICIO DE TAXIS URBANOS DE LA CIUDAD DE IBARRA. En V. Cevallos. Ibarra.
9. combustión, C. (2013). *Coche combustión*. Obtenido de <http://3.bp.blogspot.com/-SyMFJQ1uAwE/UPKvvYHgFoI/AAAAAAAAAHs/BK4QTIp37UM/s1600/dibuj-o-motor-coche-combustiontecnologia-sin-copyright.png>
10. Comisión Nacional de Tránsporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial. (2010). *Agencia Nacional de Tránsito*. Obtenido de <https://www.ant.gob.ec/index.php/transito-7/resoluciones-de-transporte/resoluciones-de-vida-util>
11. Controls, G. S. (2017). *Gill Sensors & Engine Controls*. Obtenido de <https://www.gillsc.com/products/flow-sensors/fuel-flow-meter-2/>
12. Dávila, A. (2017-05-17). *Curvas Torque y Potencia*. QUITO: CCICEV.
13. Diagnostic, A. E. (s.f.). *outilsobdfacile*. Obtenido de <http://www.outilsobdfacile.com/obd-presentation.php>
14. *e-auto*. (2011). Obtenido de <http://www.e-auto.com.mx/imagenes/manuales/electronica/otros/terminales-conector-obdii.jpg>
15. *e-auto*. (2013). Obtenido de <http://e-auto.com.mx/enew/index.php/91-boletines-tecnicos/electronica-vehicular/3474-que-es-obdii-01>
16. Ebay. (2016). *ebay*. Obtenido de https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=es&prev=search&rurl=translate.google.com.ec&sl=en&sp=nmt4&u=https://www.ebay.com/itm/G-L-770-professional-GNSS-Data-Logger-GPS-and-GLONASS-support-/282432427563%3F_ul%3DEC&usg=ALkJrhS8MOa3l6aV

17. Eficiente, C. (2016). *Cricula seguro*. Obtenido de <http://www.circulaseguro.com/lo-que-no-se-debe-hacer-en-conduccion-eficiente-ii/>
18. Gonzalez, M. (s.f.). *MartínGonzalezProyectos*. Obtenido de <https://martingonzalezproyectos.wordpress.com/arduino-2/explicacion-pines-arduino-uno/>
19. H.Y. Tong, W. H. (2011). On-Road Motor Vehicle Emissions and Fuel Consumption in Urban Driving Conditions. *Journal of the Air & Waste Managment Association*, 13.
20. Haldenwang, M. M. (2015). *MAHA Consola de comunicaciones LPS 3000*. Obtenido de http://www.maha.de/cps/rde/xbcr/SID-4B36725D-0B894303/maha_de/BRO_MAHA_alle_LPS_ES.pdf
21. IDAE, I. p. (2007). *Manual de Conducción Eficiente para Vehículos Turismo*. Valencia, Madrid: Agencia Valenciana de la Energía AVEN.
22. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2007). *Manual de Conducción Eficiente para Vehículos Turismo*. Valencia, Madrid: Agencia Valenciana de la Energía AVEN.
23. *Instructables*. (s.f.). Obtenido de <http://www.instructables.com/id/AT-command-mode-of-HC-05-Bluetooth-module/>
24. *La Patria*. (2011). Obtenido de <http://lapatriaenlinea.com/?nota=71328>
25. Mequetrefe. (2010). *DeTopografía*.
Obtenido de http://detopografia.blogspot.com/2012/10/el-sistema-de-posicionamiento-global_24.html
26. Motorbit. (Julio de 2010). *Todo Autos*. Obtenido de http://www.todoautos.com.pe/attachments/f20/353215d1279719125-equipo-gps-garmin-276c-tecnoferta-espectacular-310834858_c675b54648.jpg
27. NuevaYork. (2014). *Turismo Nueva York*. Obtenido de TurismoNuevaYork.com
28. *PlayStore*. (s.f.). Obtenido de https://play.google.com/store/apps/details?id=com.pnn.obdcardoctor&hl=es_419
29. Profesionales, C. (2012). *Manual de Estudio*.
30. *PROMETEC*. (2016). Obtenido de <http://www.prometec.net/bt-hc05/>
31. Repuestos, T. y. (25 de Julio de 2011). *TalleresyRepuestos.com*. Obtenido de <https://talleresyrepuestos.com/documentacion-tecnica/inyeccion-electronica-de-combustible/11-mantenimiento-del-sistema-de-inyeccion>
32. Rosero F, I. C. (2017). Análisis del Consumo de Combustible en Autobuses Urbanos por Efecto de las Intersecciones Semaforizadas. Caso de Estudio Ciudad de Ibarra. *Desarrollo Local Sostenible DELOS*, 1-22.

33. Tong-Hung-Cheung. (2014). On-Road Motor Vehicle Emissions and Fuel . En Tong-Hung-Cheung.
34. *Turismo*. (2015). Obtenido de TurismoNuevaYork.com
35. Vallejo Patricio, Z. J. (2009). *Física Vectorial tomo I*. Impreso en Ecuador: RODIN.
36. Várhelyi, A. (2002). "The effects off small roundabouts on emission and fue consumption: a case of study" . *Transportation research part D: Transport and environment, volume 7, Issue 1* , p 65-71.
37. Yujie Zhanga, H. G. (2016). Which one is more attractive to traveler, taxi or tailored taxi? An. *ScienceDirect*, 9.

ANEXO I

MANUAL DE CONDUCCIÓN EFICIENTE

	Tabla de contenidos	PÁG.
1	Introducción.....	90
	1.1 ¿Qué es?.....	90
2	Estados de conducción.....	90
3	¿Cuáles son las ventajas de una conducción eficiente?.....	91
	3.1 Ahorro económico.....	91
	3.2 Reducción de agentes contaminante y mejora de calidad del aire Respirado.....	92
	3.3 Mejora el confort de conducir y reduce la tensión.....	92
4	Elementos que aumentan el consumo de combustible.....	93
	4.1 Aire acondicionado.....	93
	4.2 Las ventanas.....	93
	4.3 El mantenimiento del vehículo.....	93
5	Referencias de consumo.....	93
6	Comparación de rendimiento según encuestas y pruebas realizadas.....	95
7	Claves para una conducción eficiente.....	96
	7.1 Arranques y marcha.....	96
	7.2 Circulación.....	96
	7.3 Incremento de la seguridad vial.....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCIÓN	PÁG.
3.1	Pérdida de dinero	92
3.2	Contaminación del aire	92
5.1	Etapas de la conducción en base a la edad del conductor	94
6.1	Rendimiento en base a los consumos instantaneos	95
6.1	Conducción anticipada	97

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	DESCRIPCIÓN	PÁG.
7.1	Comparación de consumo actual vs eficiente	97

1. Introducción

En la actualidad, el estilo de conducción es un factor muy importante y primordial, el cual influye en el exceso consumo de combustible y provoca un deterioro prematuro de los vehículos, disminuyendo así su vida útil.

El exceso de consumo de combustible ocasiona el incremento de agentes contaminantes en nuestra atmósfera, siendo así la problemática que se tienen en la actualidad; ya que gran parte de las emisiones nocivas que expulsan los vehículos son las causantes de este daño en un gran porcentaje; emitiendo así elevadas emisiones de CO₂, lo cual provoca un efecto invernadero; aquí es donde entra la importancia de la conducción eficiente que deben aplicar todas las personas que poseen un vehículo hoy en día.

1.1 ¿Qué es?

La conducción eficiente es un tipo de conducción nuevo, el cual favorece al bajo consumo de carburante (Gasolina) y a su vez reduciendo las emisiones de gases contaminantes que emana el combustible al medio ambiente. A parte de que se obtiene un mayor confort en el transcurso de conducir y también disminuyen los riesgos de accidentes en las carreteras.

Esta conducción abarca unas pequeñas reglas muy sencillas y eficaces para tratar de aprovechar todas las posibilidades que brindan los motores de todos los vehículos que existen en nuestra actualidad.

Hoy en día en nuestro entorno, ya no se presta mucha importancia a la eficiencia en la conducción de automotores. En la ciudad de Ibarra se consume un promedio de 5.28 galones por día, lo que equivale a \$7.81 dólares americanos lo que se gasta un taxi; a la vez que existen 1245 taxis en la ciudad, este valor de galones de combustible quemado aumentaría increíblemente a 6573.6 galones que son enviados a nuestra atmósfera y ocasionan el efecto invernadero. La relevancia de estas cifras hace que se realice el presente manual para una conducción eficiente.

2. Estados de Conducción

Un ciclo de conducción se define como una secuencia tiempo-velocidad obtenida a partir de información estadísticamente representativa de un área determinada, es decir, en una distancia recorrida en su totalidad en dicho tiempo. Ya que estos estados

de conducción son tomados en una operación real, se debe reflejar la dinámica de la conducción del conductor del taxi.

Estos estados de conducción se utilizan para obtener factores experimentales de emisión de contaminantes atmosféricos generados por vehículos motorizados y el consumo de combustible en dicho tiempo de conducción.

A estos estados de conducción se los puede dividir en cuatro, como se detalla a continuación:

Ciclo de aceleración. – este ciclo se refiere cada vez que el conductor se encuentra presionado el acelerador hasta adquirir su velocidad deseada, esta no siempre será muy alta en la zona urbana, que es donde se lleva a cabo dicho estudio.

Ciclo de desaceleración. – la desaceleración se tiene en el momento que el conductor retira el pie del acelerador, ya sea porque adquirió una velocidad suficiente o porque desea disminuir la misma.

Ciclo de ralentí. – este ciclo es en el momento que el motor se encuentra en funcionamiento con sus rpm mínimas, este ciclo se da más en paradas o en semáforos en rojo, ya que el vehículo no se mueve y menos es acelerado.

Ciclo de velocidad constante o crucero. – este ciclo se refiere al momento en el que el vehículo avanza a rpm constantes durante un periodo prolongado por una distancia larga.

3. ¿Cuáles son las ventajas de una conducción eficiente?

El realizar una conducción eficiente existen varias ventajas, entre las principales están:

3.1 Ahorro económico

El comportamiento que tenga el conductor influye mucho sobre el consumo de combustible del vehículo y el motor del mismo. Al momento de arrancar el vehículo se debe de tener mucho cuidado con el tiempo de espera para poder iniciar la marcha o en el momento que usa el acelerador bruscamente, hay que ser capaces de anticiparse a las situaciones de tráfico existentes dentro de la ciudad, esto con el fin de disminuir la acción de frenado brusco, generando así menos costes en el mantenimiento de varios componentes del vehículo como de los frenos, el embrague, la caja de cambios, el motor en sí, los neumáticos, etc. Se puede apreciar en la Figura 3.1 la representación de pérdida de dinero.



Figura 3.1 Pérdida de dinero

Fuente: (Eficiente, 2016, pag 9)

3.2 Reducción de agentes contaminante y mejora de calidad del aire respirado

Al mejorar la conducción de los vehículos, los gases que contienen los agentes contaminantes que provocan enfermedades como dificultades respiratorias, problemas oculares, enfermedades cardiovasculares y jaquecas disminuyen, proporcionando una mejor calidad de vida para la sociedad además de reducir el daño a la atmósfera y el calentamiento global. En la Figura 3.2 se puede apreciar la contaminación vehicular.



Figura 3.2 Contaminación del aire

Fuente: (Eficiente, 2016, pag 8)

3.3. Mejora el confort de conducir y disminuye la tensión

Para conducir de una manera eficiente hay que evitar los frenazos bruscos y de igual manera los acelerones, se debe realizar los cambios de marcha de una manera

adecuada entre 2500 y 3000 rpm, por consiguiente es lo óptimo; disminuyendo así los ruidos del motor. Este tipo de conducción es una incentivación a la tranquilidad tras el volante, reduciendo el estrés que produce el tráfico, el riesgo y la gravedad de los accidentes de tráfico.

4. Elementos que aumentan el consumo de combustible

Aparte de una conducción no eficiente, también existen varios factores que provocan un consumo excesivo de combustible tales como:

4.1. Aire acondicionado

Es uno de los componentes de los vehículos con mayor participación en el consumo de combustible. Es recomendable mantener una temperatura soportable de 20-22°C.

4.2. Las ventanas

El conducir con las ventanas bajas hace que en el vehículo se produzca una oposición al movimiento, este aumenta la fuerza que ejerce el motor; para mantener una ventilación del interior del vehículo se recomienda utilizar los dispositivos de aireación.

4.3. El mantenimiento del vehículo

Para el mantenimiento de un vehículo existen los principales factores que influyen en el consumo de combustible y las emisiones de agentes contaminantes:

Al motor se le debe realizar un ABC del motor para detectar averías ocultas que ocasionan un consumo innecesario de combustible.

Filtro y niveles de fluidos son dos factores son muy importantes para que el motor se encuentre en condiciones óptimas y trabaje eficientemente.

Presión de neumáticos debe ser la correcta, si falta presión en los neumáticos el motor realizar mayor trabajo para vencer la inercia y la resistencia a la rodadura.

Mala distribución de carga puede provocar resistencia al aire y una inestabilidad que es provocada por poca adherencia del eje delantero del vehículo.

5. Referencias de consumos

En siguientes tablas se aprecia los estados de conducción de los cinco modelos seleccionados para este estudio de acuerdo con las horas pico existentes dentro de la ciudad de Ibarra, las cuales se han obtenido través de un estudio realizado por medio de seguimientos con una duración de cinco horas, donde se puede identificar que el horario donde se produce un mayor tiempo de aceleración es en las horas de la tarde las cuales son desde las 17:30 hasta las 18:30.

Todos estos ciclos se los puede apreciar en el siguiente gráfico donde se mira, los porcentajes de cada uno de los estados de conducción y también de acuerdo a los rangos de edades seleccionados para este estudio; observando así la diferencia muy pronunciada de la manera de conducción por edades.

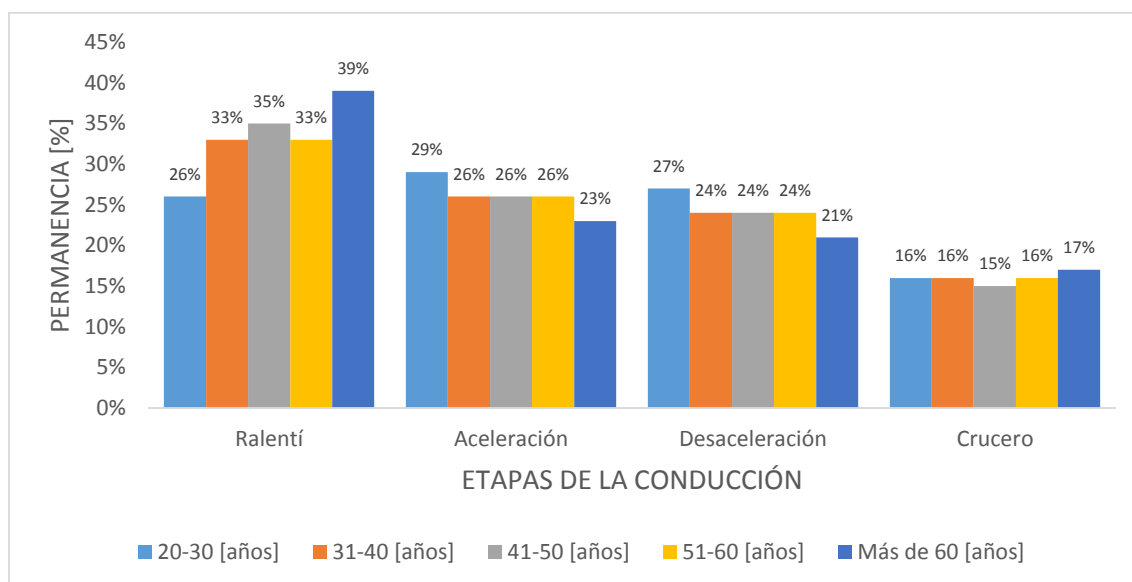


Figura 5.1 Etapas de la conducción en base a la edad del conductor

Durante el trabajo normal del taxi se observa un porcentaje elevado del ciclo de ralentí, esto se debe a que los semáforos de la ciudad se colocaron sin un estudio previo para consolidar los puntos base donde deberían ir, y los puntos ciegos que no se necesitan tantos semáforos.

En la Figura 5.1 se observa como los jóvenes de edad de 20 a 30 años presentan mayores aceleraciones a diferencia del resto de edades, mismas que generan daños y gastos innecesarios para el propietario del vehículo y para el estado. Este estilo de conducción puede mejorar aplicando los consejos detallados en este manual con el fin

de buscar la eficiencia de los recursos que se tiene en el medio, así como también mejora la economía.

6. Comparación de rendimiento según encuestas y pruebas realizadas

En la figura que se presenta a continuación, se mira el consumo de combustible en los taxis de acuerdo a los cinco modelos de los taxis más comunes en la ciudad de Ibarra, esta prueba también es realizada en el transcurso de cinco horas de seguimiento y las encuestas son receptadas durante una semana de labor normal de un taxi, con la ayuda de el kilometraje total recorrido al diario y el consumo de combustible generado en esa distancia marcada por cada uno de los señores taxistas encuestados de diferente edad y por cada modelo preseleccionado, para así tener un estimado muy favorable para tener un conocimiento acerca del consumo que realizan en sus labores, todo esto para el apoyo de este estudio en beneficio para los motores de los taxis, sus propios vehículos con todas sus partes adicionales y también para el ahorro de su bolsillo.

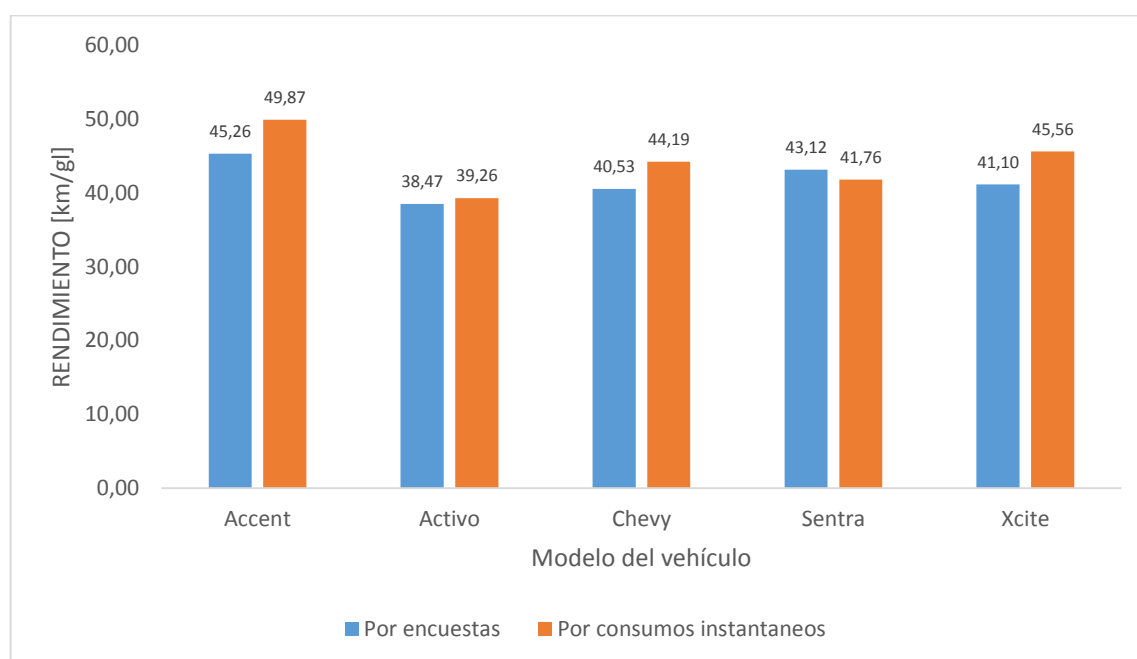


Figura 6.1 Rendimiento en base a los consumos instantáneos

Como se logra apreciar en la Figura 6.1, el vehículo que más rinde dentro de la ciudad es el hyundai accent, el cual nos brinda una eficiencia de hasta 49 kilómetros por galón consumido y el que menos nos rinde dentro de la ciudad es el modelo del chevrolet activo, el cual nos brinda 39 kilómetros por cada galón consumido dentro de la ciudad.

7. Claves para tener una conducción eficiente

Para generar una conducción eficiente y confortable se debe tener en cuenta los siguientes consejos para ejercer con mayor facilidad y obtener el mejor provecho.

7.1. Arranque y marchas

Se debe arrancar el motor del vehículo sin pisar el acelerador.

Luego de haber arrancado el motor, se debe iniciar inmediatamente la marcha.

El calentamiento de los motores se realiza en movimiento.

Usar la primera marcha el menor tiempo posible, ya que solo se la utiliza para vencer la resistencia de la rodadura.

Se debe circular el mayor tiempo posible en las marchas más largas y a bajas revoluciones, por ello su consumo es menor.

7.2. Circulación

Se debe buscar una fluidez en la circulación, para así evitar frenados bruscos, solamente se debe levantar el pie del acelerador, esto es frenar con el motor por su propia inercia con una marcha engranada.

Tener una buena anticipación y distancia de auto a auto, esta distancia debe ser prudente para prepararnos ante cualquier imprevisto que pueda surgir en las calles de la ciudad.

El guardar una distancia prudente hace que utilice menos los frenos y evitando los frenados bruscos.

A velocidades menores a 60km/h es recomendable circular con las ventanas abiertas para tener una temperatura ambiente confortable, pero al ser superior a los 61 km/h se recomienda elevar las ventanas ya que al mantener abiertas el vehículo pierde aerodinámica y empieza a frenar, el vehículo empieza hacer el efecto del paracaídas.

7.3. Incremento de la seguridad vial:

Se debe mantener una distancia prudente de 30 metros para disponer de un tiempo suficiente para tener una reacción eficiente como se observa en la Figura 7.1.

No exceder de una velocidad promedio de 50 km/h para así poder conseguir una velocidad media constante.

Conducir siempre atento a todo lo de su al redor y previniendo lo que pueda suceder.



Figura 7.1 Conducción anticipada

Fuente: (Eficiente, 2016, pag 9)

Una vez que se haya concientizado a los señores choferes de las flotas de taxis, se puede estimar el ahorro de combustible en galones para una sola unidad de taxi de la ciudad de Ibarra en la siguiente tabla:

Tabla 7.1 Comparación de consumo actual vs eficiente

	Conducción actual	Conducción eficiente
Diario [gl]	5,04	4,36
Semanal [gl]	30,24	26,16
Mensual [gl]	120,96	104,64
Anual [gl]	1451,52	1255,68

Con lo dicho en la Tabla 7.1, se logra obtener un ahorro económico de aproximadamente 1\$ por día por cada unidad de taxi existente en la flota, esto multiplicado por los 1245 taxis existentes es una horro de \$1245 dólares diarios en combustible.

ANEXO II

BASE DE DATOS

A continuación se presenta la base de datos que se levantó con los dispositivos gps, los mismos que luego permiten la clasificación y por consiguiente el análisis de los resultados; debido a que la tabla de base de datos es muy extensa se opta por dar una abreviatura a las palabras con mayor número de letras, las mismas que se encuentran detalladas en las dos siguientes Tablas AII.1 y AII.2 para interpretar la Tabla AII.3.

Tabla AII.1 Abreviaturas de modelo

Modelo	Abreviatura
Accent	ACC
Activo	ACT
Chevy taxi	CHV
Sentra	SNT
Xcite	XCT

En la Tabla AII.1 se tiene detallado la abreviatura para los modelos de vehículos preseleccionados, para la tabla AII.2 se tiene la abreviatura del tipo de servicio; mismos que se utilizan para la interpretación de la Tabla AII.3 que contiene los 257 seguimientos detallados.

Tabla AII.2 Abreviaturas de servicio

Servicio	Abreviatura
Convencional	[C]
Ejecutivo	[E]

En la Tabla AII.3 se tiene detallado todos los valores necesarios para la realización de los respectivos análisis sobre la optimización de combustible, entre las variables se tiene el servicio que presta el taxi, el modelo del vehículo, el tiempo de inicio y fin, la edad del conductor, la distancia, la velocidad, el volumen de la gasolina, la densidad, la masa, el caudal y los porcentajes de las etapas de la conducción (ralentí, aceleración, desaceleración y cruce).

Tabla AII.3 Base de datos de seguimientos (Continuación...)

N -	Servicio	Vehículo	Dist. [m]	T. Inicio	T. Fin	T. total (s)	Edad [años]	Duración	Intervalo [s]	Vel. Med.	Vel. Máx.	Vol. (ml)	Densidad (g/ml)	Masa (mg)	Caudal (ml/seg)	Caudal (mg/seg)	Ral. [%]	Acel. [%]	Desac. [%]	Cruc. [%]
1	C	ACC	49600	16:20:39	20:35:12	15273	22	4:14:33	1	13,84	79,91	4893	0,68	3327031	0,32	217,84	0,17	0,32	0,31	0,19
2	C	ACC	68200	15:27:47	20:29:33	18106	25	5:01:46	1	13,06	77,03	5721	0,68	3890427	0,32	214,87	0,20	0,31	0,30	0,18
3	C	ACC	59600	6:07:41	9:33:50	12369	26	3:26:09	1	16,19	98,69	3624	0,68	2464500	0,29	199,25	0,34	0,29	0,26	0,09
4	C	ACC	91100	11:49:03	17:38:02	20939	32	5:48:59	1	19,8	125,99	6590	0,68	4481188	0,31	214,01	0,21	0,31	0,30	0,17
5	C	ACC	99600	12:26:24	17:27:54	18090	33	5:01:30	1	18,28	127,25	5558	0,68	3779587	0,31	208,93	0,27	0,26	0,25	0,20
6	C	ACC	74000	16:44:43	20:59:45	15302	32	4:15:02	1	17,07	88,51	4669	0,68	3174864	0,31	207,48	0,25	0,29	0,30	0,15
7	C	ACC	91500	11:22:24	16:41:16	19132	32	5:18:52	1	16,12	125,99	5694	0,68	3871751	0,3	202,37	0,32	0,24	0,23	0,19
8	C	ACC	99600	12:02:24	17:04:02	18098	33	5:01:38	1	14,61	123,55	5227	0,68	3554168	0,29	196,38	0,39	0,19	0,18	0,23
9	C	ACC	93400	11:49:03	17:38:02	20939	32	5:48:59	1	14,87	122,1	6139	0,68	4174373	0,29	199,36	0,36	0,21	0,20	0,21
10	C	ACC	62600	6:32:03	11:23:25	17482	34	4:51:22	1	13,5	67,49	5322	0,68	3618892	0,3	207,01	0,27	0,29	0,27	0,15
11	C	ACC	56700	8:29:32	13:34:35	18303	34	5:05:03	1	14,43	92,03	6923	0,68	4707875	0,38	257,22	0,39	0,26	0,24	0,33
12	C	ACC	66600	6:29:03	11:31:58	18175	34	5:02:55	1	13,2	67,49	5486	0,68	3730685	0,3	205,26	0,28	0,29	0,26	0,15
13	C	ACC	56600	6:18:10	11:17:50	17980	36	4:59:40	1	11,87	62,23	5050	0,68	3434154	0,28	191	0,40	0,25	0,22	0,11

Tabla AII.3 Base de datos de seguimientos (Continuación...)

1 4	C	ACC	80600	6:25: 31	11:22 :18	17807	37	4:56: 47	1	13,81	75,64	5104	0,68	34705 30	0,29	194,9	0,33	0,26	0,29	0,10
1 5	C	ACC	51200	8:41: 06	13:42 :12	18066	41	5:01: 06	1	14,2	84,8	5085	0,68	34574 73	0,28	191,38	0,38	0,27	0,26	0,08
1 6	C	ACC	63500	6:28: 35	11:28 :34	17999	41	4:59: 59	1	13,56	70,52	5221	0,68	35503 43	0,29	197,25	0,33	0,27	0,28	0,10
1 7	C	ACC	65800	6:25: 26	11:29 :26	18240	43	5:04: 00	1	11,94	68,89	5263	0,68	35788 53	0,29	196,21	0,34	0,25	0,26	0,14
1 8	C	ACC	82400	6:10: 47	11:09 :34	17927	43	4:58: 47	1	13,46	71,23	5250	0,68	35698 99	0,29	199,14	0,34	0,27	0,25	0,13
1 9	C	ACC	62600	6:22: 35	11:09 :24	17209	43	4:46: 49	1	10,48	77,88	4618	0,68	31401 07	0,27	182,47	0,47	0,20	0,20	0,12
2 0	C	ACC	83500	11:59 :47	17:00 :36	18049	44	5:00: 49	1	18,4	126,3 4	5485	0,68	37296 54	0,3	206,64	0,26	0,28	0,28	0,16
2 1	C	ACC	59600	11:24 :53	16:11 :03	17170	44	4:46: 10	1	12,51	69,27	5079	0,68	34536 24	0,3	201,14	0,31	0,27	0,25	0,15
2 2	C	ACC	86300	5:45: 35	10:47 :41	18126	45	5:02: 06	1	10,69	75,77	5179	0,68	35214 59	0,29	194,28	0,40	0,21	0,20	0,18
2 3	C	ACC	55600	12:04 :53	16:42 :19	16646	45	4:37: 26	1	13,74	104,0 8	4767	0,68	32412 65	0,29	194,72	0,36	0,25	0,25	0,12
2 4	C	ACC	60600	12:20 :43	17:03 :34	16971	46	4:42: 51	1	12,51	65,77	4777	0,68	32485 88	0,28	191,42	0,42	0,22	0,20	0,15
2 5	C	ACC	69600	13:59 :33	20:59 :35	25202	46	7:00: 02	1	7,05	71,43	7039	0,68	47864 46	0,28	189,92	0,43	0,17	0,17	0,22
2 6	C	ACC	99600	8:28: 17	13:24 :46	17789	46	4:56: 29	1	11,89	57,65	5364	0,68	36476 44	0,3	205,05	0,29	0,29	0,26	0,15
2 7	C	ACC	56600	7:36: 40	12:25 :53	17353	47	4:49: 13	1	12,49	76,6	4988	0,68	33919 42	0,29	195,47	0,36	0,27	0,25	0,11
2 8	C	ACC	98600	13:28 :00	18:26 :51	17931	47	4:58: 51	1	11,65	67,28	5907	0,68	40167 60	0,33	224,01	0,15	0,32	0,29	0,22

Tabla AII.3 Base de datos de seguimientos (Continuación...)

29	C	ACC	63500	12:43:32	17:46:16	18164	48	5:02:44	1	14,24	85,27	5235	0,68	3559954	0,29	195,99	0,35	0,28	0,27	0,09
30	C	ACC	60400	6:21:08	11:51:32	19824	48	5:30:24	1	10,63	74,6	5616	0,68	3818885	0,28	192,64	0,39	0,23	0,22	0,14
31	C	ACC	62600	13:49:32	18:39:27	17395	49	4:49:55	1	9,12	66,54	4747	0,68	3227715	0,27	185,55	0,45	0,20	0,21	0,13
32	C	ACC	56100	7:48:24	12:28:43	16819	49	4:40:19	1	16,13	104,08	5048	0,68	3432625	0,3	204,09	0,27	0,29	0,29	0,13
33	C	ACC	61400	6:09:36	13:08:09	25113	52	6:58:33	1	15,08	82,64	7237	0,68	4921246	0,29	195,96	0,35	0,26	0,26	0,12
34	C	ACC	61200	8:33:06	13:36:38	18212	51	5:03:32	1	14,22	81,06	5293	0,68	3599413	0,29	197,64	0,33	0,27	0,27	0,12
35	C	ACC	59600	14:58:25	19:49:26	17461	53	4:51:01	1	14,63	63,56	5541	0,68	3768034	0,32	215,8	0,22	0,32	0,27	0,18
36	C	ACC	60300	17:03:06	18:52:28	6562	53	1:49:22	1	8,06	62,51	1895	0,68	1288470	0,29	196,35	0,39	0,20	0,19	0,22
37	C	ACC	62100	8:31:09	13:30:34	17965	54	4:59:25	1	14,25	85,03	5075	0,68	3450899	0,28	192,09	0,38	0,27	0,26	0,08
38	C	ACC	61700	12:29:15	17:05:15	16560	57	4:36:00	1	11,03	96,79	4498	0,68	3058378	0,27	184,68	0,45	0,21	0,21	0,11
39	C	ACC	65300	15:41:31	20:17:44	16573	55	4:36:13	1	11,18	98,51	4531	0,68	3080915	0,27	185,9	0,44	0,21	0,22	0,12
40	C	ACC	73200	9:18:00	14:06:53	17333	55	4:48:53	1	13,5	92,29	4909	0,68	3337994	0,28	192,58	0,39	0,24	0,24	0,12
41	C	ACC	75000	14:25:29	19:23:37	17888	56	4:58:08	1	13,37	97,79	5130	0,68	3488332	0,29	195,01	0,38	0,24	0,23	0,14
42	C	ACC	75500	14:58:42	19:50:16	17494	58	4:51:34	1	12,11	97,58	4971	0,68	3380320	0,28	193,23	0,39	0,22	0,21	0,16
43	C	ACC	55200	12:22:01	16:48:25	15984	59	4:26:24	1	8,54	75,51	4328	0,68	2943256	0,27	184,14	0,46	0,19	0,19	0,14

Tabla AII.3 Base de datos de seguimientos (Continuación...)

4	C	ACC	81900	6:24: 51	11:26 :26	18095	60	5:01: 35	1	11,16	57,89	5820	0,68	39573 06	0,32	218,7	0,20	0,30	0,29	0,21
4	C	ACC	76100	6:19: 35	11:18 :41	17946	62	4:59: 06	1	12,29	64,71	5521	0,68	37544 18	0,31	209,21	0,31	0,28	0,21	0,18
4	C	ACC	61900	6:12: 29	11:13 :06	18037	64	5:00: 37	1	12,73	64,75	6164	0,68	41917 83	0,34	232,4	0,09	0,34	0,33	0,24
4	C	ACC	75600	13:31 :31	18:37 :14	18343	64	5:05: 43	1	12,92	68,39	5953	0,68	40480 11	0,32	220,68	0,21	0,32	0,25	0,20
4	C	ACC	46600	12:26 :51	17:14 :12	17241	64	4:47: 21	1	7,2	78,1	4771	0,68	32442 57	0,28	188,17	0,45	0,19	0,17	0,18
4	C	ACC	62600	13: 05:23	18:07 :27	18124	65	5:02: 04	1	11,45	61,32	5736	0,68	39003 33	0,32	215,2	0,23	0,26	0,26	0,24
5	C	ACC	76100	9:17: 58	14:01 :06	16988	65	4:43: 08	1	13,77	92,03	4769	0,68	32426 80	0,28	190,88	0,40	0,25	0,24	0,11
5	C	ACC	44200	9:22: 04	13:43 :23	15679	65	4:21: 19	1	5,66	68,02	3625	0,68	24650 96	0,23	157,22	0,71	0,09	0,09	0,10
5	C	ACC	59600	11:19 :22	15:22 :49	14607	68	4:03: 27	1	8,47	66,75	3768	0,68	25624 71	0,26	175,43	0,54	0,20	0,18	0,06
5	C	ACC	45200	15:25 :48	19:53 :16	16048	69	4:27: 28	1	8,68	84,34	4154	0,68	28247 62	0,26	176,02	0,55	0,16	0,15	0,13
5	C	ACC	43600	8:36: 48	12:43 :31	14803	66	4:06: 43	1	4,67	62,21	4035	0,68	27441 02	0,27	185,37	0,49	0,13	0,13	0,24
5	C	ACT	63800	6:24: 51	11:21 :53	17822	23	4:57: 02	1	13,61	81,25	7353	0,68	50003 29	0,41	280,57	0,29	0,28	0,24	0,19
5	C	ACT	56200	15:32 :12	20:41 :00	18528	31	5:08: 48	1	10,44	53,91	7808	0,68	53097 53	0,42	286,58	0,21	0,27	0,27	0,25
5	C	ACT	91200	10:02 :36	15:02 :55	18019	35	5:00: 19	1	14,77	89,25	7623	0,68	51834 04	0,42	287,66	0,25	0,30	0,25	0,18
5	C	ACT	10260 0	10:21 :50	15:12 :57	17467	37	4:51: 07	1	10,06	69,77	6589	0,68	44804 90	0,38	256,51	0,43	0,22	0,22	0,12

Tabla AII.3 Base de datos de seguimientos (Continuación...)

59	C	ACT	84500	6:25:49	11:27:06	18077	42	5:01:17	1	14,21	99,86	7515	0,68	5109900	0,42	282,67	0,26	0,28	0,26	0,17
60	C	ACT	72500	12:19:48	17:39:27	19179	43	5:19:39	1	16,5	99,49	7841	0,68	5331627	0,41	277,99	0,32	0,28	0,25	0,14
61	C	ACT	71500	6:17:00	11:17:01	18001	44	5:00:01	1	13,59	81,25	7425	0,68	5048765	0,41	280,47	0,29	0,28	0,24	0,18
62	C	ACT	92000	15:02:56	20:08:27	18331	47	5:05:31	1	9,47	65,67	7255	0,68	4933286	0,4	269,12	0,43	0,22	0,18	0,19
63	C	ACT	70500	16:39:35	21:53:57	18862	47	5:14:22	1	13,05	118,31	7632	0,68	5189566	0,4	275,13	0,30	0,26	0,25	0,18
64	C	ACT	84000	8:39:49	13:50:41	18652	48	5:10:52	1	15,97	104,38	6504	0,68	4423040	0,35	237,13	0,57	0,16	0,14	0,13
65	C	ACT	62800	10:29:11	14:15:36	13585	49	3:46:25	1	10,39	58,02	5131	0,68	3489103	0,38	256,83	0,43	0,22	0,20	0,13
66	C	ACT	69500	17:26:02	21:11:53	13551	56	3:45:51	1	19,68	87,93	5973	0,68	4061666	0,44	299,73	0,18	0,34	0,30	0,17
67	C	ACT	75400	14:45:00	19:54:58	18598	56	5:09:58	1	12,11	105,8	8066	0,68	5485216	0,43	294,94	0,22	0,32	0,25	0,21
68	C	ACT	68900	13:02:31	18:06:14	18223	58	5:03:43	1	13,24	68,23	7573	0,68	5149716	0,42	282,59	0,26	0,29	0,27	0,17
69	C	CHV	75300	19:12:33	0:12:27	17994	21	4:59:54	1	12,9	65,71	5787	0,68	3934918	0,32	218,68	0,24	0,27	0,25	0,23
70	C	CHV	60700	14:21:02	18:56:58	16556	24	4:35:56	1	9,84	61,36	4494	0,68	3055983	0,27	184,58	0,49	0,21	0,18	0,11
71	C	CHV	56200	15:32:12	20:41:00	18528	22	5:08:48	1	10,44	53,91	6040	0,68	4106940	0,33	221,66	0,21	0,27	0,27	0,25
72	C	CHV	92700	8:39:37	13:51:15	18698	25	5:11:38	1	15,65	84,64	6154	0,68	4184695	0,33	223,8	0,17	0,33	0,31	0,17
73	C	CHV	67500	12:29:35	16:46:03	15388	26	4:16:28	1	15,4	65,65	4930	0,68	3352304	0,32	217,85	0,23	0,32	0,29	0,14

Tabla AII.3 Base de datos de seguimientos (Continuación...)

7 4	C	CHV	10390 0	9:39: 55	14:49 :26	18571	32	5:09: 31	1	15,74	67,95	6026	0,68	40977 32	0,32	220,65	0,22	0,33	0,30	0,15
7 5	C	CHV	86700	9:46: 58	14:43 :30	17792	33	4:56: 32	1	14,27	75,47	5510	0,68	37471 08	0,31	210,61	0,28	0,30	0,28	0,13
7 6	C	CHV	76000	6:17: 14	10:37 :56	15642	32	4:20: 42	1	17,14	86,17	4825	0,68	32808 78	0,31	209,75	0,29	0,30	0,27	0,13
7 7	C	CHV	61700	6:26: 46	11:27 :12	18026	32	5:00: 26	1	12,08	71,91	5444	0,68	37021 01	0,3	205,38	0,32	0,26	0,24	0,17
7 8	C	CHV	66700	6:21: 04	11:12 :12	17468	43	4:51: 08	1	11,51	78,84	4924	0,68	33480 18	0,28	191,67	0,42	0,23	0,22	0,12
7 9	C	CHV	65800	11:59 :24	16:37 :23	16679	43	4:37: 59	1	7,42	78,25	4236	0,68	28806 16	0,25	172,71	0,57	0,13	0,13	0,16
8 0	C	CHV	62600	11:31 :22	16:38 :04	18402	45	5:06: 42	1	12,92	76,82	5559	0,68	37804 57	0,3	205,44	0,33	0,26	0,23	0,16
8 1	C	CHV	96700	9:46: 58	14:41 :19	17661	48	4:54: 21	1	14,2	75,47	5463	0,68	37150 22	0,31	210,35	0,28	0,30	0,28	0,13
8 2	C	CHV	55300	17:21 :07	21:10 :01	13734	51	3:48: 54	1	14,66	59,1	4249	0,68	28895 45	0,31	210,39	0,28	0,29	0,29	0,13
8 3	C	CHV	86200	11:59 :49	16:24 :00	15851	52	4:24: 11	1	10,54	68,6	4640	0,68	31555 10	0,29	199,07	0,39	0,22	0,20	0,19
8 4	C	CHV	72300	8:19: 53	13:31 :10	18677	54	5:11: 17	1	12,17	65,67	5921	0,68	40261 04	0,32	215,56	0,29	0,29	0,22	0,20
8 5	C	CHV	85300	6:55: 33	11:59 :48	18255	56	5:04: 15	1	6,77	67,52	5245	0,68	35667 03	0,29	195,38	0,41	0,18	0,17	0,23
8 6	C	CHV	70600	6:22: 38	11:00 :28	16670	57	4:37: 50	1	11,95	84,77	4545	0,68	30908 04	0,27	185,41	0,48	0,20	0,18	0,13
8 7	C	CHV	77700	9:21: 07	14:18 :05	17818	58	4:56: 58	1	10,87	68,86	5110	0,68	34750 43	0,29	195,03	0,40	0,23	0,22	0,14
8 8	C	CHV	56300	8:43: 28	13:42 :23	17935	59	4:58: 55	1	9,57	66,32	4861	0,68	33057 60	0,27	184,32	0,49	0,20	0,18	0,12

Tabla AII.3 Base de datos de seguimientos (Continuación...)

89	C	CHV	46200	6:55:32	11:57:05	18093	60	5:01:33	1	6,69	67,52	5191	0,68	3530091	0,29	195,11	0,41	0,18	0,17	0,23
90	C	CHV	71400	9:20:57	14:30:45	18588	63	5:09:48	1	12,03	55,47	5628	0,68	3827355	0,3	205,9	0,32	0,27	0,24	0,15
91	C	CHV	43200	11:57:10	16:08:33	15083	65	4:11:23	1	9,97	68,6	4380	0,68	2978335	0,29	197,46	0,40	0,21	0,20	0,18
92	C	CHV	69900	8:12:32	14:05:44	21192	66	5:53:12	1	11,62	62,69	6160	0,68	4188669	0,29	197,65	0,38	0,25	0,23	0,12
93	C	CHV	73500	12:24:43	17:26:35	18112	67	5:01:52	1	13,63	64,6	5980	0,68	4066716	0,33	224,53	0,23	0,32	0,24	0,20
94	C	SNT	68300	6:24:51	11:21:53	17822	24	4:57:02	1	12,54	70,06	6220	0,68	4229593	0,35	237,32	0,29	0,28	0,24	0,18
95	C	SNT	48800	9:41:25	13:53:39	15134	24	4:12:14	1	11,29	61,15	4984	0,68	3388894	0,33	223,93	0,30	0,26	0,29	0,13
96	C	SNT	112700	16:55:17	22:45:36	21019	25	5:50:19	1	18,94	75,45	7492	0,68	5094629	0,36	242,38	0,17	0,34	0,34	0,14
97	C	SNT	78700	10:01:28	14:07:34	14766	27	4:06:06	1	18,8	68,23	5345	0,68	3634456	0,36	246,14	0,18	0,34	0,31	0,16
98	C	SNT	101400	13:44:20	19:16:21	19921	27	5:32:01	1	16,36	95,51	6906	0,68	4696074	0,35	235,73	0,25	0,32	0,29	0,13
99	C	SNT	84500	11:37:07	17:23:04	20757	32	5:45:57	1	16,2	70,91	7076	0,68	4811989	0,34	231,82	0,28	0,31	0,28	0,11
100	C	SNT	112200	14:38:23	18:44:02	14739	33	4:05:39	1	16,32	87,84	5259	0,68	3576458	0,36	242,65	0,23	0,30	0,28	0,18
101	C	SNT	56200	12:21:52	17:22:28	18036	34	5:00:36	1	9,8	52,86	6329	0,68	4304050	0,35	238,64	0,28	0,30	0,25	0,16
102	C	SNT	62500	11:36:34	16:37:01	18027	34	5:00:27	1	0,23	100,64	5801	0,68	3944405	0,32	218,81	0,40	0,23	0,20	0,14

Tabla AII.3 Base de datos de seguimientos (Continuación...)

1 0 3	C	SNT	94100	16:30 :07	21:22 :49	17562	35	4:52: 42	1	18,89	66,77	6119	0,68	41608 27	0,35	236,92	0,22	0,32	0,32	0,13
1 0 4	C	SNT	66500	11:45 :56	17:25 :18	20362	34	5:39: 22	1	10,26	99,6	6739	0,68	45823 31	0,33	225,04	0,35	0,25	0,22	0,15
1 0 5	C	SNT	76900	8:32: 55	13:33 :02	18007	34	5:00: 07	1	14,25	79,51	6710	0,68	45626 59	0,37	253,38	0,19	0,33	0,26	0,20
1 0 6	C	SNT	76900	8:32: 55	13:33 :02	18007	37	5:00: 07	1	14,19	80,75	6707	0,68	45606 08	0,37	253,27	0,19	0,33	0,26	0,20
1 0 7	C	SNT	79900	9:55: 53	15:39 :20	20607	38	5:43: 27	1	15,26	67,56	6992	0,68	47545 26	0,34	230,72	0,33	0,26	0,23	0,17
1 0 8	C	SNT	10110 0	15:01 :21	20:18 :06	19005	38	5:16: 45	1	18,85	90,34	6850	0,68	46582 66	0,36	245,11	0,17	0,32	0,32	0,17
1 0 9	C	SNT	87500	13:23 :02	18:23 :28	18026	38	5:00: 26	1	12,97	80,93	6482	0,68	44079 43	0,36	244,53	0,24	0,32	0,26	0,18
1 1 0	C	SNT	28700	12:24 :22	16:23 :39	14357	38	3:59: 17	1	6,52	74,43	3869	0,68	26310 54	0,27	183,26	0,68	0,12	0,12	0,06
1 1 1	C	SNT	28700	6:24: 30	11:11 :14	17204	38	4:46: 44	1	5,98	69,38	4835	0,68	32880 69	0,28	191,12	0,64	0,14	0,13	0,09
1 1 2	C	SNT	82600	17:27 :35	23:10 :23	20568	39	5:42: 48	1	4,2	74,9	7370	0,68	50115 12	0,36	243,66	0,28	0,25	0,23	0,24

Tabla AII.3 Base de datos de seguimientos (Continuación...)

1 1 3	C	SNT	81500	17:28 :15	23:00 :27	19932	41	5:32: 12	1	4,34	74,9	7232	0,68	49175 49	0,36	246,72	0,26	0,25	0,24	0,25
1 1 4	C	SNT	62600	8:40: 22	13:52 :23	18721	41	5:12: 01	1	11,75	60,06	6192	0,68	42106 99	0,33	224,92	0,36	0,25	0,23	0,14
1 1 5	C	SNT	91500	12:02 :14	17:27 :27	19513	42	5:25: 13	1	15,19	70,91	6672	0,68	45370 19	0,34	232,51	0,28	0,31	0,28	0,11
1 1 6	C	SNT	93500	11:14 :22	16:13 :44	17962	43	4:59: 22	1	13,1	72,69	6070	0,68	41275 34	0,34	229,79	0,32	0,27	0,24	0,16
1 1 7	C	SNT	63600	14:08 :00	18:48 :09	16809	43	4:40: 09	1	13,15	61,91	5762	0,68	39178 38	0,34	233,08	0,30	0,27	0,25	0,17
1 1 8	C	SNT	58900	12:22 :03	17:19 :35	17852	43	4:57: 32	1	11,26	75,19	5695	0,68	38724 63	0,32	216,92	0,41	0,22	0,22	0,14
1 1 9	C	SNT	51000	9:51: 53	13:40 :49	13736	43	3:48: 56	1	13,25	71,21	4472	0,68	30409 89	0,33	221,39	0,38	0,26	0,23	0,11
1 2 0	C	SNT	71700	8:09: 18	13:57 :18	20880	43	5:48: 00	1	13,14	85,95	6559	0,68	44599 66	0,31	213,6	0,46	0,21	0,18	0,13
1 2 1	C	SNT	65000	6:08: 05	9:49: 35	13290	44	3:41: 30	1	11,43	60,86	4396	0,68	29889 50	0,33	224,9	0,36	0,25	0,23	0,14
1 2 2	C	SNT	63500	11:50 :47	17:25 :18	20071	45	5:34: 31	1	9,04	100,6 4	6642	0,68	45167 00	0,33	225,04	0,35	0,25	0,22	0,15

Tabla AII.3 Base de datos de seguimientos (Continuación...)

1 2 3	C	SNT	79360	6:12: 06	10:31 :55	15589	45	4:19: 49	1	11,86	53,39	5123	0,68	34839 39	0,33	223,49	0,37	0,25	0,23	0,14
1 2 4	C	SNT	60000	6:30: 00	10:14 :20	13460	45	3:44: 20	1	12,41	60,49	4547	0,68	30922 10	0,34	229,73	0,33	0,26	0,25	0,15
1 2 5	C	SNT	89500	12:02 :14	17:20 :18	19084	46	5:18: 04	1	15,49	70,91	6509	0,68	44262 79	0,34	231,94	0,28	0,31	0,28	0,11
1 2 6	C	SNT	41300	9:20: 03	13:57 :10	16627	46	4:37: 07	1	7,84	70,97	5104	0,68	34707 26	0,31	208,74	0,49	0,20	0,18	0,11
1 2 7	C	SNT	95600	14:20 :15	18:41 :09	15654	46	4:20: 54	1	14,91	72,93	5396	0,68	36694 18	0,34	234,41	0,28	0,31	0,27	0,13
1 2 8	C	SNT	78550	17:05 :54	21:32 :37	16003	46	4:26: 43	1	8,85	70,14	4992	0,68	33942 96	0,31	212,1	0,48	0,21	0,19	0,11
1 2 9	C	SNT	79500	6:11: 11	11:30 :43	19172	47	5:19: 32	1	19,12	78,08	6705	0,68	45592 96	0,35	237,81	0,24	0,33	0,30	0,12
1 3 0	C	SNT	98560	7:29: 19	13:34 :56	21937	47	6:05: 37	1	13,77	75,91	7400	0,68	50317 00	0,34	229,37	0,33	0,28	0,24	0,13
1 3 1	C	SNT	52600	8:33: 14	13:53 :10	19196	47	5:19: 56	1	9	52,89	7097	0,68	48256 83	0,37	251,39	0,19	0,30	0,29	0,23
1 3 2	C	SNT	72300	6:30: 00	12:57 :29	23249	47	6:27: 29	1	12,86	83,04	7432	0,68	50540 12	0,32	217,39	0,42	0,22	0,20	0,14

Tabla AII.3 Base de datos de seguimientos (Continuación...)

1 3 3	C	SNT	49900	6:25: 32	10:54 :33	16141	47	4:29: 01	1	16,44	67,1	4939	0,68	33588 04	0,31	208,09	0,50	0,21	0,18	0,10
1 3 4	C	SNT	14680 0	10:55 :32	15:42 :29	17217	48	4:46: 57	1	20,09	115,0 1	5807	0,68	39487 78	0,34	229,35	0,38	0,22	0,19	0,20
1 3 5	C	SNT	53500	6:21: 56	11:20 :37	17921	49	4:58: 41	1	14,56	76,12	5901	0,68	40129 29	0,33	223,92	0,34	0,27	0,25	0,12
1 3 6	C	SNT	76360	9:13: 09	13:54 :51	16902	49	4:41: 42	1	13,03	64,08	5674	0,68	38586 28	0,34	228,29	0,36	0,24	0,22	0,17
1 3 7	C	SNT	74900	6:27: 41	11:27 :42	18001	49	5:00: 01	1	11,65	79,23	5800	0,68	39438 30	0,32	219,09	0,42	0,21	0,19	0,16
1 3 8	C	SNT	69360	13:15 :49	18:03 :10	17241	50	4:47: 21	1	12,74	63,95	6069	0,68	41272 28	0,35	239,38	0,24	0,30	0,27	0,17
1 3 9	C	SNT	96200	11:11 :18	16:13 :44	18146	51	5:02: 26	1	12,95	72,69	6116	0,68	41589 00	0,34	229,19	0,32	0,26	0,24	0,16
1 4 0	C	SNT	53600	11:23 :00	16:04 :00	16860	51	4:41: 00	1	13,54	70,49	5452	0,68	37074 00	0,32	219,89	0,37	0,26	0,25	0,10
1 4 1	C	SNT	78900	14:06 :19	19:00 :08	17629	51	4:53: 49	1	15,12	82,4	5654	0,68	38443 85	0,32	218,07	0,46	0,24	0,17	0,12
1 4 2	C	SNT	10000 0	6:05: 41	11:30 :43	19502	51	5:25: 02	1	18,76	78,08	6831	0,68	46452 12	0,35	238,19	0,23	0,33	0,30	0,12

Tabla AII.3 Base de datos de seguimientos (Continuación...)

1 4 3	C	SNT	56200	7:31: 53	13:30 :44	21531	52	5:58: 51	1	9,29	71,28	7153	0,68	48637 15	0,33	225,89	0,36	0,22	0,22	0,18
1 4 4	C	SNT	79900	9:55: 53	15:38 :59	20586	53	5:43: 06	1	14,18	67,56	6990	0,68	47532 66	0,34	230,9	0,33	0,26	0,24	0,17
1 4 5	C	SNT	93200	6:10: 59	11:11 :16	18017	53	5:00: 17	1	15,7	77,43	6276	0,68	42679 10	0,35	236,88	0,28	0,28	0,25	0,18
1 4 6	C	SNT	88200	14:13 :32	19:16 :19	18167	54	5:02: 47	1	14,42	67,17	6497	0,68	44182 25	0,36	243,2	0,22	0,30	0,28	0,19
1 4 7	C	SNT	62200	13:07 :54	17:38 :21	16227	54	4:30: 27	1	13,16	77,32	4941	0,68	33597 21	0,3	207,05	0,47	0,21	0,22	0,09
1 4 8	C	SNT	91500	5:57: 29	11:38 :37	20468	55	5:41: 08	1	15,8	99,62	6925	0,68	47087 62	0,34	230,05	0,34	0,28	0,23	0,14
1 4 9	C	SNT	63100	8:43: 04	13:39 :40	17796	55	4:56: 36	1	14,33	81,45	5820	0,68	39575 66	0,33	222,39	0,34	0,26	0,27	0,11
1 5 0	C	SNT	79600	12:05 :16	16:21 :39	15383	55	4:16: 23	1	11,81	75,86	5148	0,68	35004 42	0,33	227,55	0,34	0,28	0,24	0,12
1 5 1	C	SNT	38700	8:47: 24	13:48 :05	18041	55	5:00: 41	1	10,12	83,06	6468	0,68	43983 78	0,36	243,8	0,34	0,14	0,14	0,37
1 5 2	C	SNT	82100	15:13 :02	20:03 :43	17441	56	4:50: 41	1	15,78	71,71	6080	0,68	41342 23	0,35	237,04	0,20	0,31	0,34	0,14

Tabla AII.3 Base de datos de seguimientos (Continuación...)

1 5 3	C	SNT	52300	8:37: 12	13:40 :37	18205	57	5:03: 25	1	12,65	76,12	5978	0,68	40647 07	0,33	223,27	0,35	0,27	0,25	0,12
1 5 4	C	SNT	54100	17:00 :16	19:45 :49	9933	57	2:45: 33	1	19,3	74,64	3367	0,68	22892 36	0,34	230,47	0,30	0,31	0,27	0,11
1 5 5	C	SNT	63600	6:23: 05	11:05 :03	16918	58	4:41: 58	1	13,23	73,73	5204	0,68	35386 71	0,31	209,17	0,50	0,20	0,17	0,11
1 5 6	C	SNT	58200	14:11 :25	19:25 :22	18837	59	5:13: 57	1	14,36	71,28	6333	0,68	43061 29	0,34	228,6	0,33	0,27	0,25	0,14
1 5 7	C	SNT	55600	15:25 :45	18:54 :30	12525	59	3:28: 45	1	13,23	67,47	4525	0,68	30772 92	0,36	245,69	0,21	0,29	0,27	0,21
1 5 8	C	SNT	82600	17:27 :35	23:10 :23	20568	59	5:42: 48	1	5,4	74,9	7370	0,68	50115 12	0,36	243,66	0,28	0,25	0,23	0,24
1 5 9	C	SNT	43600	9:38: 42	13:38 :51	14409	62	4:00: 09	1	5,39	61,51	4327	0,68	29422 92	0,3	204,2	0,56	0,12	0,12	0,18
1 6 0	C	SNT	64600	6:14: 30	11:11 :08	17798	63	4:56: 38	1	9,04	58,69	6381	0,68	43393 69	0,36	243,81	0,28	0,26	0,21	0,24
1 6 1	C	SNT	64500	12:24 :42	17:26 :58	18136	63	5:02: 16	1	10,19	56,43	6376	0,68	43354 18	0,35	239,05	0,29	0,28	0,23	0,19
1 6 2	C	SNT	75100	14:45 :32	19:54 :58	18566	63	5:09: 26	1	12,7	106,0 4	6821	0,68	46383 10	0,37	249,83	0,21	0,32	0,25	0,20

Tabla AII.3 Base de datos de seguimientos (Continuación...)

1 6 3	C	SNT	11220 0	14:38 :23	18:44 :02	14739	63	4:05: 39	1	16,75	87,84	5259	0,68	35764 58	0,36	242,65	0,23	0,30	0,28	0,18
1 6 4	C	SNT	63600	6:14: 41	11:14 :42	18001	64	5:00: 01	1	15,67	73,49	5959	0,68	40521 08	0,33	225,1	0,35	0,25	0,24	0,14
1 6 5	C	SNT	83600	6:14: 12	11:16 :48	18156	65	5:02: 36	1	13,35	63,78	6237	0,68	42411 45	0,34	233,59	0,30	0,25	0,24	0,19
1 6 6	C	SNT	67600	16:15 :19	21:13 :00	17861	66	4:57: 41	1	14,04	70,82	5971	0,68	40601 94	0,33	227,32	0,31	0,27	0,27	0,13
1 6 7	C	SNT	53600	17:29 :56	22:07 :04	16628	66	4:37: 08	1	7,24	81,53	5144	0,68	34976 17	0,31	210,35	0,49	0,18	0,17	0,14
1 6 8	C	SNT	83600	6:17: 57	11:14 :53	17816	67	4:56: 56	1	13,66	64,19	5674	0,68	38582 97	0,32	216,56	0,41	0,27	0,23	0,08
1 6 9	C	SNT	42600	12:23 :47	16:40 :20	15393	67	4:16: 33	1	4,63	61,26	4062	0,68	27618 76	0,26	179,42	0,74	0,10	0,08	0,07
1 7 0	C	SNT	59700	4:13: 53	9:21: 49	18476	68	5:07: 56	1	5,63	69,88	6327	0,68	43024 24	0,34	232,87	0,38	0,17	0,15	0,28
1 7 1	C	SNT	58600	11:14 :42	16:12 :34	17872	69	4:57: 52	1	11,09	63,89	5895	0,68	40082 72	0,33	224,28	0,34	0,26	0,24	0,13
1 7 2	C	SNT	53600	12:19 :41	17:14 :59	17718	69	4:55: 18	1	4,49	78,03	5599	0,68	38076 20	0,32	214,9	0,47	0,18	0,17	0,17

Tabla AII.3 Base de datos de seguimientos (Continuación...)

1 7 3	C	SNT	48800	9:41: 24	13:53 :39	15135	69	4:12: 15	1	11,45	61,15	4984	0,68	33891 18	0,33	223,93	0,30	0,26	0,29	0,13
1 7 4	C	XCT	12400 0	9:57: 47	15:08 :02	18615	26	5:10: 15	1	18,07	101,3 2	5445	0,68	37028 26	0,29	198,92	0,27	0,27	0,26	0,18
1 7 5	C	XCT	92000	15:50 :31	20:50 :46	18015	27	5:00: 15	1	16,72	74,8	5280	0,68	35902 26	0,29	199,29	0,26	0,31	0,30	0,11
1 7 6	C	XCT	99900	4:20: 23	8:44: 14	15831	31	4:23: 51	1	9,89	90,75	4471	0,68	30402 53	0,28	192,04	0,33	0,17	0,16	0,33
1 7 7	C	XCT	64300	6:21: 42	11:21 :33	17991	31	4:59: 51	1	14,93	76,34	5155	0,68	35052 46	0,29	194,83	0,30	0,29	0,26	0,13
1 7 8	C	XCT	97900	11:18 :16	15:53 :50	16534	32	4:35: 34	1	10,08	59,28	4294	0,68	29196 14	0,26	176,58	0,40	0,21	0,21	0,16
1 7 9	C	XCT	50900	10:58 :14	16:08 :57	18643	35	5:10: 43	1	12,84	77,08	4833	0,68	32864 31	0,26	176,28	0,42	0,22	0,19	0,16
1 8 0	C	XCT	12630 0	11:10 :17	16:49 :46	20369	36	5:39: 29	1	12,71	77,86	5789	0,68	39368 39	0,28	193,28	0,30	0,29	0,27	0,12
1 8 1	C	XCT	23950 ,076	10:08 :30	15:09 :23	18053	37	5:00: 53	1	11,31	96,42	4599	0,68	31270 49	0,25	173,21	0,44	0,25	0,22	0,08
1 8 2	C	XCT	49700	5:36: 59	10:53 :34	18995	41	5:16: 35	1	6,8	98,14	4065	0,68	27642 04	0,21	145,52	0,60	0,14	0,13	0,11

Tabla AII.3 Base de datos de seguimientos (Continuación...)

1 8 3	C	XCT	12155 9,86	10:28 :37	15:39 :10	18633	42	5:10: 33	1	16,28	98,69	4832	0,68	32858 39	0,26	176,35	0,41	0,25	0,23	0,10
1 8 4	C	XCT	68100	8:46: 54	13:50 :29	18215	43	5:03: 35	1	16,48	82,34	5489	0,68	37328 50	0,3	204,93	0,24	0,30	0,28	0,17
1 8 5	C	XCT	66200	14:02 :31	18:12 :39	15008	44	4:10: 08	1	13,69	85,12	4648	0,68	31608 61	0,31	210,61	0,19	0,32	0,31	0,16
1 8 6	C	XCT	90350	12:55 :55	18:07 :31	18696	45	5:11: 36	1	12,59	97,43	5286	0,68	35946 30	0,28	192,27	0,30	0,28	0,28	0,14
1 8 7	C	XCT	62600	8:48: 04	13:47 :27	17963	47	4:59: 23	1	14,77	68,84	5136	0,68	34925 41	0,29	194,43	0,30	0,29	0,26	0,14
1 8 8	C	XCT	55100	8:51: 58	13:32 :36	16838	48	4:40: 38	1	11,61	77,3	4944	0,68	33620 90	0,29	199,67	0,28	0,29	0,24	0,18
1 8 9	C	XCT	65100	12:09 :08	16:35 :23	15975	49	4:26: 15	1	11,42	60,51	4440	0,68	30193 11	0,28	189	0,33	0,26	0,24	0,15
1 9 0	C	XCT	63400	13:02 :22	18:01 :28	17946	50	4:59: 06	1	13,63	65,64	5420	0,68	36856 60	0,3	205,37	0,26	0,29	0,24	0,20
1 9 1	C	XCT	91300	12:22 :49	17:19 :55	17826	50	4:57: 06	1	11,93	65,64	5511	0,68	37472 25	0,31	210,21	0,23	0,31	0,25	0,20
1 9 2	C	XCT	91100	6:20: 11	11:22 :21	18130	51	5:02: 10	1	17,64	61,86	5450	0,68	37058 25	0,3	204,4	0,24	0,30	0,27	0,18

Tabla AII.3 Base de datos de seguimientos (Continuación...)

1 9 3	C	XCT	91600	6:20: 11	11:22 :21	18130	51	5:02: 10	1	17,64	61,86	5450	0,68	37058 25	0,3	204,4	0,24	0,30	0,27	0,18
1 9 4	C	XCT	64500	8:38: 08	13:50 :13	18725	52	5:12: 05	1	11,27	72,06	5506	0,68	37439 59	0,29	199,94	0,29	0,28	0,21	0,20
1 9 5	C	XCT	94500	6:21: 42	11:18 :16	17794	60	4:56: 34	1	13,3	76,34	5090	0,68	34613 90	0,29	194,53	0,30	0,29	0,26	0,13
1 9 6	C	XCT	75000	14:46 :07	19:53 :42	18455	65	5:07: 35	1	16,84	124,6	5873	0,68	39937 28	0,32	216,4	0,19	0,33	0,27	0,20
1 9 7	EJE C.	ACC	72100	16:14 :45	20:51 :10	16585	33	4:36: 25	1	15,29	63,43	5178	0,68	35210 41	0,31	212,3	0,22	0,33	0,31	0,13
1 9 8	EJE C.	ACC	28500	9:09: 34	13:34 :03	15869	34	4:24: 29	1	5,92	51,06	4195	0,68	28527 98	0,26	179,77	0,50	0,16	0,17	0,15
1 9 9	EJE C.	ACC	51900	6:24: 11	11:24 :11	18000	41	5:00: 00	1	10,07	85,79	5215	0,68	35461 60	0,29	197,01	0,36	0,23	0,22	0,18
2 0 0	EJE C.	ACC	65800	12:30 :00	17:15 :17	17117	45	4:45: 17	1	10,16	67,89	4797	0,68	32617 73	0,28	190,56	0,42	0,21	0,19	0,16
2 0 1	EJE C.	ACC	60300	6:19: 05	11:19 :24	18019	48	5:00: 19	1	11,87	56,06	5314	0,68	36134 33	0,29	200,53	0,34	0,26	0,23	0,15
2 0 2	EJE C.	ACT	12298 4	17:20 :02	22:20 :02	18000	26	5:00: 00	1	24,19	102,4 7	8105	0,68	55112 36	0,45	306,18	0,16	0,37	0,34	0,12

Tabla AII.3 Base de datos de seguimientos (Continuación...)

2 0 3	EJE C.	ACC	11120 0	7:03: 10	12:13 :50	18640	30	5:10: 40	1	20,72	87,84	5679	0,68	38618 68	0,3	207,18	0,28	0,29	0,26	0,15
2 0 4	EJE C.	ACT	11429 1	6:03: 11	10:45 :31	16940	31	4:42: 20	1	30,41	129,4 6	7057	0,68	47988 67	0,42	283,29	0,32	0,31	0,26	0,11
2 0 5	EJE C.	ACT	68319	9:05: 17	13:42 :45	16648	32	4:37: 28	1	16,06	73,67	6924	0,68	47083 53	0,42	282,82	0,29	0,30	0,28	0,11
2 0 6	EJE C.	ACT	23124 8	14:59 :24	19:56 :56	17852	32	4:57: 32	1	42,39	114,6 9	8116	0,68	55188 16	0,45	309,14	0,17	0,36	0,28	0,18
2 0 7	EJE C.	ACT	78448	12:27 :36	17:26 :53	17957	33	4:59: 17	1	14,45	78,86	7649	0,68	52016 58	0,43	289,67	0,26	0,33	0,30	0,10
2 0 8	EJE C.	ACT	58338	8:45: 36	13:36 :23	17447	35	4:50: 47	1	13,65	78,25	6681	0,68	45429 79	0,38	260,39	0,40	0,23	0,24	0,12
2 0 9	EJE C.	ACT	94792	6:20: 35	11:20 :35	18000	36	5:00: 00	1	19,45	112,6 4	7877	0,68	53562 22	0,44	297,57	0,18	0,32	0,29	0,20
2 1 0	EJE C.	ACT	74386	12:24 :39	17:09 :51	17112	37	4:45: 12	1	19,18	95,79	6762	0,68	45979 41	0,4	268,7	0,36	0,26	0,25	0,11
2 1 1	EJE C.	ACT	75932	6:20: 35	10:50 :30	16195	39	4:29: 55	1	11,96	104,1 9	6307	0,68	42887 99	0,39	264,82	0,42	0,25	0,19	0,12
2 1 2	EJE C.	ACT	76200	6:10: 53	10:34 :59	15846	34	4:24: 06	1	0,27	12,78	5063	0,68	34430 98	0,32	217,29	0,65	0,07	0,07	0,20

Tabla AII.3 Base de datos de seguimientos (Continuación...)

2 1 3	EJE C.	ACT	65721	12:05 :22	17:05 :22	18000	43	5:00: 00	1	15,67	69,45	7600	0,68	51679 31	0,42	287,11	0,25	0,29	0,25	0,20
2 1 4	EJE C.	ACT	77493	12:08 :34	17:03 :39	17705	43	4:55: 05	1	12,47	68,45	7365	0,68	50083 01	0,42	282,87	0,30	0,31	0,28	0,10
2 1 5	EJE C.	ACT	91169	13:49 :17	18:32 :11	16974	49	4:42: 54	1	18,11	83,58	7261	0,68	49376 38	0,43	290,89	0,26	0,32	0,27	0,14
2 1 6	EJE C.	ACT	89000	6:30: 00	11:52 :01	19321	42	5:22: 01	1	12,9	99,86	8008	0,68	54451 84	0,41	281,83	0,27	0,28	0,26	0,17
2 1 7	EJE C.	ACT	46500	15:01 :29	19:48 :58	17249	42	4:47: 29	1	7,13	69,25	6390	0,68	43453 74	0,37	251,92	0,43	0,19	0,18	0, 18
2 1 8	EJE C.	ACT	56400	9:30: 27	13:30 :53	14426	42	4:00: 26	1	7,38	62,82	5340	0,68	36310 70	0,37	251,7	0,42	0,18	0,18	0,20
2 1 9	EJE C.	ACT	49400	15:00 :03	20:46 :50	20807	45	5:46: 47	1	13,39	67,02	7899	0,68	53709 86	0,38	258,13	0,40	0,21	0,20	0,18
2 2 0	EJE C.	ACT	72350	6:18: 16	10:58 :15	16799	45	4:39: 59	1	16,73	99,49	6337	0,68	43088 39	0,38	256,49	0,44	0,21	0,19	0,15
2 2 1	EJE C.	ACT	32700	10:49 :59	13:48 :59	10740	50	2:59: 00	1	8,67	66,99	3977	0,68	27042 53	0,37	251,79	0,47	0,22	0,20	0,10
2 2 2	EJE C.	ACT	59269	14:56 :22	19:34 :11	16669	52	4:37: 49	1	12,27	58,21	6694	0,68	45517 36	0,4	273,07	0,33	0,27	0,26	0,13

Tabla AII.3 Base de datos de seguimientos (Continuación...)

2 2 3	EJE C.	ACT	78234	16:22 :59	21:22 :59	18000	53	5:00: 00	1	16,8	78,3	7142	0,68	48563 38	0,4	269,8	0,36	0,25	0,23	0,15
2 2 4	EJE C.	ACT	58594	8:54: 29	13:35 :21	16852	54	4:40: 52	1	16,12	73,8	6764	0,68	45994 92	0,4	272,93	0,34	0,27	0,26	0,13
2 2 5	EJE C.	ACT	24811	8:38: 10	13:36 :19	17889	55	4:58: 09	1	12,02	62,39	6308	0,68	42893 84	0,35	239,78	0,49	0,14	0,14	0,23
2 2 6	EJE C.	ACT	63450	16:21 :53	21:21 :53	18000	57	5:00: 00	1	16,8	78,3	7333	0,68	49865 78	0,41	277,03	0,32	0,28	0,25	0,15
2 2 7	EJE C.	ACT	79739	12:28 :53	17:28 :19	17966	60	4:59: 26	1	18,39	73,12	7431	0,68	50532 70	0,41	281,27	0,29	0,30	0,29	0, 11
2 2 8	EJE C.	ACT	75400	14:45 :00	19:54 :58	18598	56	5:09: 58	1	18,16	124,4 7	8118	0,68	55205 46	0,44	296,84	0,22	0,33	0,26	0,19
2 2 9	EJE C.	ACT	45979	11:53 :58	13:34 :33	6035	61	1:40: 35	1	30,36	91,12	2691	0,68	18299 99	0,45	303,23	0,17	0,36	0,35	0,12
2 3 0	EJE C.	ACT	24811	8:38: 10	13:36 :19	17889	62	4:58: 09	1	12,03	62,39	6308	0,68	42893 84	0,35	239,78	0,49	0,14	0,14	0,23
2 3 1	EJE C.	ACT	4500	8:43: 41	13:30 :21	17200	66	4:46: 40	1	0,21	77,19	4992	0,68	33943 23	0,29	197,34	0,77	0,03	0,02	0,16
2 3 2	EJE C.	ACT	63600	4:07: 18	8:26: 33	15555	65	4:19: 15	1	9,78	68,56	5557	0,68	37789 07	0,36	242,94	0,54	0,18	0,15	0,11

Tabla AII.3 Base de datos de seguimientos (Continuación...)

2 3 3	EJE C.	ACT	43600	16:27 :09	20:57 :51	16242	68	4:30: 42	1	5,45	46,13	5077	0,68	34526 79	0,31	212,58	0,67	0,07	0,07	0,19
2 3 4	EJE C.	SNT	80774	8:38: 29	13:38 :29	18000	31	5:00: 00	1	16,85	82,3	6133	0,68	41701 40	0,34	231,67	0,26	0,30	0,31	0,12
2 3 5	EJE C.	SNT	68773	12:58 :30	17:41 :16	16966	37	4:42: 46	1	16,94	75,6	5601	0,68	38087 69	0,33	224,49	0,35	0,26	0,24	0,14
2 3 6	EJE C.	SNT	80729	8:38: 57	13:38 :57	18000	42	5:00: 00	1	16,95	82,88	6052	0,68	41154 22	0,34	228,63	0,27	0,30	0,30	0,11
2 3 7	EJE C.	SNT	68296	17:28 :58	22:14 :46	17148	46	4:45: 48	1	16,77	75,93	5532	0,68	37616 90	0,32	219,37	0,38	0,25	0,24	0,11
2 3 8	EJE C.	SNT	63600	10:49 :38	14:09 :01	11963	49	3:19: 23	1	7,1	57,19	3726	0,68	25337 58	0,31	211,8	0,44	0,22	0,21	0,11
2 3 9	EJE C.	XCT	74694	8:44: 12	13:44 :12	18000	28	5:00: 00	1	13,21	82,19	5137	0,68	34929 66	0,29	194,05	0,30	0,31	0,27	0,10
2 4 0	EJE C.	XCT	70700	14:45 :04	18:59 :21	15257	34	4:14: 17	1	20,83	83,12	4374	0,68	29742 55	0,29	194,94	0,28	0,31	0,30	0,10
2 4 1	EJE C.	XCT	14680 0	6:09: 01	11:05 :09	17768	34	4:56: 08	1	17,73	57,34	4913	0,68	33405 76	0,28	188,01	0,33	0,26	0,25	0,15
2 4 2	EJE C.	XCT	10590 0	17:07 :32	22:19 :26	18714	32	5:11: 54	1	13,35	83,23	5728	0,68	38947 13	0,31	208,12	0,21	0,31	0,30	0,17

Tabla AII.3 Base de datos de seguimientos (Continuación...)

2 4 3	EJE C.	XCT	88222	6:22: 50	10:57 :17	16467	40	4:34: 27	1	25,4	105,5 5	4495	0,68	30563 99	0,27	185,61	0,37	0,26	0,21	0,14
2 4 4	EJE C.	XCT	38032	12:15 :12	16:57 :24	16932	37	4:42: 12	1	6	75,4	4327	0,68	29426 55	0,26	173,79	0,43	0,23	0,20	0,13
2 4 5	EJE C.	XCT	51402	6:25: 31	11:22 :43	17832	32	4:57: 12	1	7,07	87,64	5125	0,68	34852 96	0,29	195,45	0,29	0,24	0,22	0,22
2 4 6	EJE C.	XCT	80511	17:02 :03	22:02 :03	18000	41	5:00: 00	1	18,08	100,5 6	5143	0,68	34975 27	0,29	194,31	0,31	0,28	0,23	0,17
2 4 7	EJE C.	XCT	48192	12:29 :37	17:23 :47	17650	42	4:54: 10	1	12,62	60,91	4535	0,68	30838 41	0,26	174,72	0,42	0,21	0,20	0,17
2 4 8	EJE C.	XCT	62093	17:25 :32	22:08 :05	16953	46	4:42: 33	1	14,09	77,77	4925	0,68	33488 78	0,29	197,54	0,28	0,30	0,27	0,13
2 4 9	EJE C.	XCT	60035	6:30: 00	11:30 :00	18000	48	5:00: 00	1	14,07	57,56	4968	0,68	33785 58	0,28	187,7	0,33	0,25	0,26	0,15
2 5 0	EJE C.	XCT	66500	10:17 :58	15:03 :37	17139	46	4:45: 39	1	10,27	66,52	4179	0,68	28416 12	0,24	165,8	0,47	0,21	0,20	0,11
2 5 1	EJE C.	XCT	10155 9,86	9:21: 23	13:53 :10	16307	48	4:31: 47	1	5,27	23,56	5891	0,68	40061 59	0,36	245,67	0,10	0,22	0,21	0,52
2 5 2	EJE C.	XCT	91200	6:20: 11	11:22 :18	18127	51	5:02: 07	1	9,88	61,86	5449	0,68	37055 82	0,3	204,42	0,24	0,30	0,27	0,18

Tabla AII.3 Base de datos de seguimientos (Continuación...)

2 5 3	EJE C.	XCT	84900	6:28: 08	11:32 :29	18261	52	5:04: 21	1	9,78	72,06	5379	0,68	36578 38	0,29	200,31	0,29	0,28	0,21	0,20
2 5 4	EJE C.	XCT	35791	5:56: 23	10:51 :05	17682	53	4:54: 42	1	2,02	68,38	4661	0,68	31695 80	0,26	179,25	0,40	0,18	0,17	0,24
2 5 5	EJE C.	XCT	13290 0	16:28 :18	21:28 :33	18015	58	5:00: 15	1	11,09	83,34	5586	0,68	37983 65	0,31	210,84	0,19	0,31	0,30	0,18
2 5 6	EJE C.	XCT	63900	11:25 :29	16:36 :44	18675	60	5:11: 15	1	7,5	84,03	5085	0,68	34579 62	0,27	185,17	0,36	0,27	0,25	0,11
2 5 7	EJE C.	XCT	74795	14:46 :07	19:44 :44	17917	65	4:58: 37	1	16,84	79,17	5751	0,68	39105 70	0,32	218,26	0,18	0,34	0,27	0,20